



TUGAS AKHIR – MO 141326

**DAMPAK PENGEMBANGAN REKLAMASI TERHADAP LAJU
SEDIMENTASI DAN POLA ARUS DI KAWASAN PANTAI TIMUR
SURABAYA (PAMURBAYA)**

Moh. Iqbal Hidayah
NRP. 4313100053

Dosen Pembimbing
Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D.
Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 60111
2017



FINAL PROJECT – MO 141326

**IMPACT OF RECLAMATION DEVELOPMENT ON
SEDIMENTATION AND CURRENT PATTERN IN EAST COAST
SURABAYA (PAMURBAYA)**

Moh. Iqbal Hidayah

NRP. 4313100053

SUPERVISORS

Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D.

Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc.

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY

SEPULUH NOPEMBER INSTITUT OF TECHNOLOGY

SURABAYA 60111

2017

**DAMPAK PENGEMBANGAN REKLAMASI TERHADAP
LAJU SEDIMENTASI DAN POLA ARUS DI KAWASAN
PANTAI TIMUR SURABAYA (PAMURBAYA)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MOH. IQBAL HIDAYAH

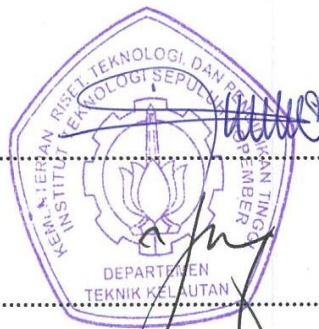
NRP.4313 100 053

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Suntoyo, S.T., M.Eng. Ph.D.....(Pembimbing1)

2. Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc.....(Pembimbing2)

3. Dr.Ir.Wahyudi Citrosiswoyo.M.Sc.....(Penguji 1)



SURABAYA, 25 JULI 2017

DAMPAK PENGEMBANGAN REKLAMASI TERHADAP LAJU SEDIMENTASI DAN POLA ARUS DI KAWASAN PANTAI TIMUR SURABAYA (PAMURBAYA)

Nama : Moh. Iqbal Hidayah
NRP : 4313100053
Departemen : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D.
Dr. Ir. Hasan Ikhwan, M.Sc.

ABSTRAK

Reklamasi merupakan upaya pembentukan suatu kawasan daratan baru baik di wilayah pesisir pantai ataupun di tengah lautan. Di kawasan pamurbaya saat ini masih terus berlanjut sejumlah proyek property baik perumahan maupun apartemen. Dampak lingkungan dari proyek reklamasi pantai adalah meningkatkan potensi banjir. Perubahan itu antara lain berupa tingkat kelandaian, komposisi sedimen sungai, pola pasang surut, pola arus laut sepanjang pantai dan merusak kawasan tata air. Tugas akhir ini meneliti tentang perubahan pola arus, morfologi, serta laju sedimentasi akibat Reklamasi yang dimodelkan menggunakan software DELFT3. Pola arus setelah adanya Reklamasi mengalami perubahan. Perubahan permukaan dasar yang terjadi sebelum dan setelah reklamasi di tiap crosssection yaitu dengan selisih, crosssection 1 = 0.22 m, crosssection 2 = -0.19 m, dan crosssection 3 = 0.11 m. Tanda (+) menunjukkan di sedimentasi, dan (-) erosi. Keadaan setelah adanya reklamasi yang terjadi yaitu pada crosssection 1 mengalami sedimentasi, crosssection 2 mengalami erosi, dan crosssection 3 mengalami sedimentasi, nilai selisih sangatlah kecil sehingga erosi dan sedimentasi yang terjadi setelah adanya reklamasi tidak terlalu signifikan.

Kata kunci : Reklamasi, Laju Sedimentasi, Pola Arus, dan Delft3d

IMPACT OF RECLAMATION DEVELOPMENT ON SEDIMENTATION AND CURRENT PATTERN IN EAST COAST SURABAYA (PAMURBAYA)

Name : Moh. Iqbal Hidayah
NRP : 4313100053
Department : Ocean Engineering
Supervisors : Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D.
Dr. Ir. Hasan Ikhwan, M.Sc.

ABSTRACT

Reclamation is an effort to establish a new land area either in coastal areas or in the middle of the ocean. In pamurbaya area is still continuing a number of property projects both housing and apartments. Environmental impacts of the coastal reclamation project is to increase the potential for flooding. The changes include the extent of the cluster, the composition of river sediments, the tidal pattern, the pattern of ocean currents along the coast and damaging the water system. This final project examines changes in current patterns, morphology, and Sedimentation rate due to the reclamation modeled using DELFT3 software. The current pattern after the reclamation has changed. Basic surface changes that occur before and after reclamation in each crossection is by difference, crossection 1 = 0.22 m, crossection 2 = -0.19 m, and crossection 3 = 0.11 m. The sign (+) shows in sedimentation, and (-) erosion. The condition after the reclamation that occurs in crossection 1 has sedimentation, crossection 2 has erosion, and crossection 3 has sedimentation, the value of difference is very small so that the erosion and sedimentation that happened after reclamation is not too significant.

Keywords : Reclamation, Sedimentation, Current, and Delft3d

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan dengan baik dan lancar. Tugas Akhir ini berjudul **“Dampak Pengembangan Reklamasi Terhadap Laju Sedimentasi Dan Pola Arus Di Kawasan Pantai Timur Surabaya (Pamurbaya)”**.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS).

Kami menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik sangat diharapka oleh penulis sebagai bahan penyempurnaan laporan selanjutnya. Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi perkembangan teknologi di bidang rekayasa kelautan, bagi pembaca umumnya dan penulis pada khususnya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, 25 Juli 2017

Moh. Iqbal Hidayah

UCAPAN TERIMA KASIH

Adalah sebuah hal yang mustahil dan tidak mungkin terjadi, jika dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis tidak mendapat bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Maka sepantasnya pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ayahanda H. Sumaryo dan Ibunda Hj. Halimah yang telah mendukung dan membiayai pendidikan selama ini. Bapak Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D, dan Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc selaku dosen pembimbing yang selalu dengan sabar menyediakan waktu dan memberikan bimbingan serta arahan-arahan selama pengerjaan Tugas Akhir ini. Kepada Dr. Eng Rudi Waluyo P. ST., MT dan Yoyok Setyo H. ST., MT, Ph.D. selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Kelautan serta kepada semua Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Kelautan atas semua bimbingan dan ilmunya. Semoga bimbingan yang bapak dan ibu berikan dicatat sebagai amal ibadah oleh Allah SWT.

Tidak lupa terima kasih buat pegawai TU Departemen Teknik Kelautan, bagian kemahasiswaan Dekanat dan yang telah mengurus semua administrasi penulis selama kuliah. Juga terima kasih banyak buat teman-teman Laboratorium Komputasi, teman-teman seperjuangan TA yang telah banyak membantu dalam hal materi serta semua warga Kelautan. Terima kasih banyak, semoga mendapat balasan pahala dari Allah SWT.

Surabaya, 25 Juli 2017

Moh. Iqbal Hidayah

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	vix
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Reklamasi Pantai.....	7
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Reklamasi Pantai	9
2.2.2 Sedimen dan Karakteristiknya	10
2.2.3 Transpor Sedimen Pantai.....	11
2.2.4 Sifat- Sifat Sedimen.....	14
2.2.5 Pasang Surut	15
2.2.6 Pola Arus Pasang Surut	18
2.2.7 Batimetri	18
2.2.8 Program Delft3D	19
2.2.9 Penggunaan Delft3D pada Simulasi	19
 BAB 3 METODELOGI PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	23
3.2 Prosedur Penelitian.....	24

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Batimetri	27
4.2 Layout Reklamasi.....	27
4.3 Data Sedimen	28
4.4 Data Pasang surut	28
4.5 Pemodelan Delft3d.....	29
4.5.1 Penginputan Data Delft3D	29
4.5.2 Input Data Batimetri.....	29
4.5.3 Penginputan data batimetri XYZ	29
4.5.4 Meshing.....	30
4.5.5 Input DELFT3D-FLOW	31
4.5.6 Domain.....	32
4.5.7 <i>Time Frame</i>	32
4.5.8 <i>Processes</i>	33
4.5.9 <i>Boundaries</i>	33
4.5.10 <i>Physical Parameter</i>	34
4.5.11 Monitoring.....	34
4.5.12 Output.....	35
4.5.13 Running	35
4.6 Hasil Simulasi	36
4.6.1 Validasi Data Pasang Surut	36
4.6.2 Pola Arus	37
4.6.3 Kondisi Transpor Sedimen	38
4.6.4 Perubahan Morfologi.....	40
4.6.5 Perbandingan perubahan permukaan dasar	40
BAB 5 PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Ukuran Butir dan Sedimen	11
Tabel 2.2. Komponen Harmonik Pasang Surut	17
Tabel 4.1 Data Grain Zise.....	28
Tabel 4.2 Konstanta Pasang Surut	29
Tabel 4.3 Perbandingan perubahan morfologi	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	1.1	Lokasi Reklamasi.....	4
Gambar	2.1	Tipe Pasang Surut.....	16
Gambar	2.2	Tampilan software DELFT3D.....	19
Gambar	2.3	Sistem coordinate.....	20
Gambar	3.1	Diagram Air.....	24
Gambar	4.1	Peta Batimetri Pantai Timur Surabaya 2016.....	27
Gambar	4.2	Layout Reklamasi.....	27
Gambar	4.3	Gafik Pasang Surut Juanda – Suramadu.....	28
Gambar	4.4	Data dalam bentuk XYZ.....	29
Gambar	4.5	<i>Meshing</i> Eksisting.....	30
Gambar	4.6	<i>Meshing</i> Reklamasi.....	31
Gambar	4.7	<i>Domain</i> pada DELFT3D-FLOW.....	31
Gambar	4.8	<i>Time Frame</i> pada DELFT3D-FLOW.....	32
Gambar	4.9	<i>Process</i> pada DELFT3D.....	33
Gambar	4.10	<i>Boundaries</i> pada DELFT3D-FLOW.....	33
Gambar	4.11	<i>Physical Parameter</i> pada DELFT3D FLOW.....	34
Gambar	4.12	<i>Monitoring</i> pada DELFT3D-FLOW.....	34
Gambar	4.13	Output pada DELFT3D-FLOW.....	35
Gambar	4.14	Runing Delft3d.....	35
Gambar	4.15	Data pengamatan pasang surut	36
Gambar	4.16	Pasang surut hasil simulasi	36
Gambar	4.17	Pola arus pasang tertinggi eksisting.....	37
Gambar	4.18	Pola arus surut terendah eksisting.....	37
Gambar	4.19	Pola arus pasang tertinggi reklamasi.....	38
Gambar	4.20	Pola arus surut terendah reklamasi.....	38
Gambar	4.21	Total <i>transport</i> kondisi eksisting.....	39
Gambar	4.22	Total <i>transport</i> reklamasi.....	39
Gambar	4.23	Letak <i>Crossection</i>	40
Gambar	4.24	Grafik perubahan permukaan dasar crossection 1	41
Gambar	4.25	Grafik perubahan permukaan dasar crossection 2.....	41

Gambar	4.26	Grafik perubahan permukaan dasar crossection 3.....	42
--------	------	---	----

DAFTAR NOTASI

<i>HWL</i>	:	<i>high water level</i>
<i>HHWL</i>	:	<i>highest high water level</i>
<i>HHWL</i>	:	<i>Higher high water level</i>
<i>LLWL</i>	:	<i>lowest low water level</i>
<i>LLWL</i>	:	<i>Lower low water level</i>
<i>LWL</i>	:	<i>low water level</i>
<i>MHWL</i>	:	<i>mean high water level</i>
<i>MLWL</i>	:	<i>mean low water level</i>
<i>MSL</i>	:	<i>mean sea level</i>
<i>SWE</i>	:	<i>Shallow Water Equation</i>
γ	:	<i>Peakedness parameter</i>
<i>CST</i>	:	<i>Cross-shore sediment transport</i>
<i>LST</i>	:	<i>long-shore sediment transport</i>
<i>BLT</i>	:	<i>Bed Load Transport</i>
<i>WLT</i>	:	<i>Wash Load Transport</i>
<i>SLT</i>	:	<i>Suspended Load Transport</i>
ρ	:	
<i>g</i>	:	Percepatan gravitasi (m/dt^2)
<i>CL</i>	:	<i>contour lines</i>
<i>V_{eff}</i>	:	kecepatan efektif yang disebabkan oleh gelombang dan arus
<i>VR</i>	:	Kecepatan yang dirata-ratakan terhadap kedalaman di lapisan dasar
<i>S</i>	:	Densitas relative dari fraksi sedimen
<i>G</i>	:	Percepatan gravitasi

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	DATA BATIMETRI
LAMPIRAN 2	DATA PENGAMATAN PASANG SURUT
LAMPIRAN 3	DATA VALIDASI PASANG SURUT
LAMPIRAN 4	DATA SEDIMEN
LAMPIRAN 5	PERBANDINGAN PERMUKAAN DASAR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Reklamasi kawasan perairan merupakan upaya pembentukan suatu kawasan daratan baru baik di wilayah pesisir pantai ataupun di tengah lautan. Tujuan utama reklamasi ini adalah untuk menjadikan kawasan berair yang rusak atau belum termanfaatkan menjadi suatu kawasan baru yang lebih baik dan bermanfaat untuk berbagai keperluan ekonomi maupun untuk tujuan strategis lain. Kawasan daratan baru tersebut dapat dimanfaatkan untuk kawasan permukiman, perindustrian, bisnis dan pertokoan, pelabuhan udara, perkotaan, pertanian, jalur transportasi alternatif, reservoir air tawar di pinggir pantai, kawasan pengelolaan limbah dan lingkungan terpadu, dan sebagai tanggul perlindungan daratan lama dari ancaman abrasi serta untuk menjadi suatu kawasan wisata terpadu.

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Achmadi, 2013) yang berjudul “Studi Dampak Reklamasi di Kawasan Kenjeran dengan Penekanan Pada Pola dan Trasnpor Sedimen” dengan bantuan software Mike21 . Dari penelitian tersebut dapat diketahui pola arus dan trasnpor sedimen sebelum dan sesudah adanya reklamasi. Hasil dari penelitian tersebut setelah adanya reklamsi terjadi proses erosi akibat adanya perubahan pola arus dan trasnpor sedimen. Dari penelitian diatas mendapatkan informasi tentang perubahan pola arus dan trasnpor sedimen dapat mempengaruhi proses terjadinya erosi dan sedimentasi.

Terjadinya proses sedimentasi dan erosi dapat diakibatkan oleh pengaruh pola, angin, dan gelombang (Putra, 2010). Erosi kemungkinan dapat terjadi karena sedimen yang berasal dari pantai diangkut oleh *rip current* ke laut lepas sedangkan sedimentasi dapat terjadi akibat sedimen yang berasal dari laut lepas diangkut ke pantai oleh *mass transport* dan *longshore current* (Steady dan Fatturahman, 2007).

Penelitian dengan software Delft3d juga pernah dilakukan oleh (Kurniawan, 2016) dengan judul “Analisa Laju Sedimentasi di Area Terminal LNG BP. Tangguh”. Dari penelitian tersebut laju sedimentasi dapat diketahui sehingga dapat mengetahui volume sedimen. Penelitian yang sama juga pernah dilakukan oleh (Syaiyullah, 2016) dengan judul “Perubahan Morfologi Profil Pantai Akibat Pengaruh *Cross-shore* Sediment Transport” dengan menggunakan software Delft3d, hasil dari penelitian *cross-shore* dapat mempengaruhi perubahan profil pantai. Dari 2 penelitian diatas mendapatkan informasi tentang cara penggunaan software Delft3d dan juga dapat mengetahui laju sedimentasi serta perubahan bentuk morfologi pantai.

Penelitian tentang laju sedimentasi dan pola arus juga pernah dilakukan di tempat yang berbeda oleh (Oktavia, 2010) di daerah muara sungai Komering Kota Palembang, (Widada, 2014) di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, dan (Trisnawan, 2010) di daerah Teluk Lamong Gresik. Dari 3 penelitian diatas dapat mengetahui bahwa laju sedimentasi dan pola arus di setiap daerah berbeda – beda dan juga tergantung Analisa yang digunakan.

Penelitian tentang morfodinamika pantai akibat Reklamasi pernah dilakukan oleh (Balai Teknologi Pantai, 2015) di daerah Teluk Jakarta dengan menggunakan software Delft3d. Dari penelitian tersebut hasil lebih teliti dan jelas karena di sertai gambar yang menunjukkan bahwa di daerah tersebut terjadi sedimentasi dan erosi. Dari penelitian diatas dapat menjadi acuan bahwa pemodelan reklamasi dapat dilakukan menggunakan software Delft3d dan hasil analisa yang didapat sangat jelas.

Biasanya kegiatan reklamasi ini dilakukan oleh suatu otoritas (negara, kota besar, pengelola kawasan) yang memiliki laju pertumbuhan tinggi dan kebutuhan lahannya meningkat pesat, tetapi mengalami kendala keterbatasan atau ketersediaan ruang dan lahan untuk mendukung laju pertumbuhan yang ada, sehingga diperlukan untuk mengembangkan suatu wilayah daratan baru. Dalam konteks pengembangan wilayah, reklamasi kawasan pantai ini diharapkan akan dapat meningkatkan daya tampung dan daya dukungan lingkungan (*environmental carrying capacity*) secara keseluruhan bagi kawasan tersebut.

Adanya berbagai kegiatan tersebut dapat menimbulkan peningkatan kebutuhan akan lahan, prasarana dan sebagainya, yang selanjutnya akan mengakibatkan timbulnya masalah-masalah baru seperti beberapa hal berikut:

1. Erosi pantai, yang merusak kawasan pemukiman dan prasarana kota yang berupa mundurnya garis pantai. Erosi pantai bisa terjadi secara alami oleh serangan gelombang atau karena adanya kegiatan manusia seperti penebangan hutan bakau, pengambilan karang pantai, pembangunan pelabuhan atau bangunan pantai lainnya, perluasan areal tambak ke arah laut tanpa memperhatikan wilayah sempadan pantai, dan sebagainya.
2. Tanah timbul sebagai akibat endapan pantai dan menyebabkan majunya garis pantai. Majunya garis pantai, disatu pihak dapat dikatakan menguntungkan karena timbulnya lahan baru, sementara di pihak lain dapat menyebabkan masalah drainase perkotaan di daerah pantai (Triatmodjo, 1999).

Pemerintah Kota Surabaya sendiri telah membuat Rencana Struktur Wilayah Laut yang dibagi dalam empat zona pengembangan dimana pembagian didasarkan pada kondisi, karakteristik dan potensi yang dimiliki oleh wilayah laut. Pembagian zona pengembangan wilayah laut meliputi:

- a) zona I adalah wilayah laut yang berada di sebelah utara, di sekitar Teluk Lamong;
- b) zona II adalah wilayah laut yang berada di sebelah utara, di sekitar Pelabuhan Tanjung Perak;
- c) zona III adalah wilayah laut yang berada di sebelah timur laut, di sekitar Tambak Wedi- Kenjeran;
- d) zona IV adalah wilayah laut di sebelah timur, di sekitar perairan dan pantai timur.

Fungsi kegiatan pada masing-masing zona pengembangan wilayah laut yang telah disebutkan di atas adalah:

- a) zona I Teluk Lamong, dengan fungsi utama sebagai pengembangan pelabuhan/ *waterfront city* dan alur pelayaran kapal besar;
- b) zona II Tanjung Perak, dengan fungsi utama pelabuhan dan angkutan penyeberangan, pangkalan Militer Angkatan Laut dan industri perkapalan, dan alur pelayaran kapal besar;

- c) zona III Tambak Wedi – Kenjeran, dengan fungsi utama wisata bahari/ laut, areal penangkapan dan budidaya perikanan dan alur pelayaran kapal nelayan;
- d) zona IV Pesisir dan Laut Timur, dengan fungsi utama konservasi dan rehabilitasi lingkungan laut dan pantai serta sebagai areal penangkapan dan budidaya perikanan.



Gambar 1.1 Lokasi reklamasi

Lokasi reklamasi terletak pada zona III dari ujung timur laut sampai timur yang berada pada wilayah Kecamatan Bulak, kawasan reklamasi pantai ini sebagaimana telah dijelaskan di atas merupakan kawasan hasil perluasan daerah pesisir pantai melalui rekayasa teknis untuk pengembangan kawasan baru yang dapat menyebabkan masalah erosi dan sedimentasi. Oleh karena itu perlu adanya kajian lebih mendalam tentang pola arus dan transpor sedimen setelah dan sebelum dilakukan reklamasi pantai. Pada tugas akhir ini akan membahas tentang pola arus dan laju sedimen setelah direklamasi dengan bantuan program *Delft3D* untuk pemodelan nummerisnya dan juga dapat menjadi acuan bagi pemerintah setempat dan *investor*, jika terjadi erosi dan sedimentasi setelah akibat adanya reklamasi langkah apa yang harus dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimanakah pola arus yang terjadi di kawasan Pantai Timur Surabaya sebelum dan setelah reklamasi?

2. Bagaimanakah laju sedimentasi yang terjadi di kawasan Pantai Timur Surabaya sebelum dan setelah reklamasi?
3. Bagaimanakah perubahan morfologi Pantai Timur Surabaya sebelum dan setelah reklamasi?

1.3 Tujuan penelitian

Berdasarkan permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini, tujuan yang ingin dicapai adalah:

1. Mengetahui pola arus yang terjadi di kawasan Pantai Timur Surabaya sebelum dan setelah reklamasi.
2. Mengetahui laju sedimentasi yang terjadi di kawasan Pantai Timur Surabaya sebelum dan setelah reklamasi.
3. Mengetahui perubahan morfologi Pantai Timur Surabaya (Pamurbaya) sebelum dan setelah reklamasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penulisan Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambah pemahaman tentang perubahan pola arus dan laju sedimentasi yang disebabkan oleh reklamasi pantai, dan juga diharapkan dapat menjadi acuan untuk menentukan langkah-langkah pencegahan penanggulangan sedimentasi di pantai timur Surabaya (Pamurbaya).

1.5 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian yang dilakukan maka permasalahan akan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Daerah yang akan ditinjau hanya di kawasan pantai timur Surabaya.
2. Data Bathimetri, data pasang surut, dan data sedimen tahun 2016.
3. Pemodelan dilakukan dengan bantuan *software Delft3D*.
4. Aspek sosial, masyarakat, dan ekonomi diabaikan.
5. Reklamasi yang dimaksud yaitu adanya perubahan bentuk garis pantai akibat pengembangan di wilayah pamurbaya.
6. Analisa yang dilakukan hanya mengacu pada data pasang surut, data batimetri, dan data sedimen.
7. Data luas perencanaan reklamasi yaitu ± 320 ha dan panjang reklamasi dari garis pantai ± 1 km.

1.6 Sistematika penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi berbagai hal apa saja yang melatar belakangi sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan, perumusan masalah, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat yang akan diperoleh dari pengerjaan tugas akhir, batasan masalah dari penelitian tugas akhir, dan sistematika laporan yang digunakan dalam tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada bab ini diberikan tinjauan pustaka apa saja yang menjadi acuan dari penelitian tugas akhir ini. Sehingga dasar-dasar teori, rumus-rumus, serta software yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini dicantumkan dalam bab ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi metodologi yang digunakan untuk mengerjakan tugas akhir. Penjelasan pemodelan yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir juga dicantumkan dalam bab ini.

BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi analisa yang dilakukan dalam tugas akhir ini, validasi, pengolahan dan pembahasan data hasil dari output pemodelan dilakukan pada bab ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari tugas akhir hasil dari analisis dan pembahasan yang dilakukan serta saran-saran untuk penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Pengertian Reklamasi Pantai

Reklamasi memberikan keuntungan dan dapat membantu kota dalam rangka penyediaan lahan untuk berbagai keperluan (pemekaran kota), penataan daerah pantai, pengembangan wisata bahari, dan lain-lain. Namun harus diingat pula bahwa bagaimanapun juga reklamasi adalah bentuk campur tangan (intervensi) manusia terhadap keseimbangan lingkungan alamiah pantai yang selalu dalam keadaan seimbang dinamis sehingga akan melahirkan perubahan ekosistem seperti perubahan pola arus, erosi dan sedimentasi pantai, dan berpotensi gangguan lingkungan. Undang-undang no. 27 tahun 2007 pada pasal 34 menjelaskan bahwa hanya dapat dilaksanakan jika manfaat sosial dan ekonomi yang diperoleh lebih besar dari biaya sosial dan biaya ekonominya. Namun demikian, pelaksanaan reklamasi juga wajib menjaga dan memperhatikan beberapa hal seperti a) keberlanjutan kehidupan dan penghidupan masyarakat; b) keseimbangan antara kepentingan pemanfaatan dan pelestarian lingkungan pesisir; serta c) persyaratan teknis pengambilan, pengerukan dan penimbunan material (Hamisi, 2010).

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Achmadi, 2013) yang berjudul “Studi Dampak Reklamasi di Kawasan Kenjeran dengan Penekanan Pada Pola dan Trasnpor Sedimen” dengan bantuan software Mike21 . Dari penelitian tersebut dapat diketahui pola arus dan trasnpor sedimen sebelum dan sesudah adanya reklamasi. Hasil dari penelitian tersebut setelah adanya reklamsi terjadi proses erosi akibat adanya perubahan pola arus dan trasnpor sedimen. Dari penelitian diatas mendapatkan informasi tentang perubahan pola arus dan trasnpor sedimen dapat mempengaruhi proses terjadinya erosi dan sedimentasi.

Terjadinya proses sedimentasi dan erosi dapat diakibatkan oleh pengaruh pola, angin, dan gelombang (Putra, 2010). Erosi kemungkinan dapat terjadi karena sedimen yang berasal dari pantai diangkut oleh *rip current* ke laut lepas sedangkan sedimentasi dapat terjadi akibat sedimen yang berasal dari laut lepas diangkut ke pantai oleh *mass transport* dan *longshore current* (Steady dan Fatturahman, 2007).

Penelitian dengan software Delft3d juga pernah dilakukan oleh (Kurniawan, 2016) dengan judul “Analisa Laju Sedimentasi di Area Terminal LNG BP. Tangguh”. Dari penelitian tersebut laju sedimentasi dapat diketahui sehingga dapat mengetahui volume sedimen. Penelitian yang sama juga pernah dilakukan oleh (Syarifullah, 2016) dengan judul “Perubahan Morfologi Profil Pantai Akibat Pengaruh *Cross-shore* Sediment Transport” dengan menggunakan software Delft3d, hasil dari penelitian *cross-shore* dapat mempengaruhi perubahan profil pantai. Dari 2 penelitian diatas mendapatkan informasi tentang cara penggunaan software Delft3d dan juga dapat mengetahui laju sedimentasi serta perubahan bentuk morfologi pantai.

Penelitian tentang laju sedimentasi dan pola arus juga pernah dilakukan di tempat yang berbeda oleh (Oktavia, 2010) di daerah muara sungai Komering Kota Palembang, (Widada, 2014) di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, dan (Trisnawan, 2010) di daerah Teluk Lamong Gresik. Dari 3 penelitian diatas dapat mengetahui bahwa laju sedimentasi dan pola arus di setiap daerah berbeda – beda dan juga tergantung Analisa yang digunakan.

Penelitian tentang morfodinamika pantai akibat Reklamasi pernah dilakukan oleh (Balai Teknologi Pantai, 2015) di daerah Teluk Jakarta dengan menggunakan software Delft3d. Dari penelitian tersebut hasil lebih teliti dan jelas karena di sertai gambar yang menunjukkan bahwa di daerah tersebut terjadi sedimentasi dan erosi. Dari penelitian diatas dapat menjadi acuan bahwa pemodelan reklamasi dapat dilakukan menggunakan software Delft3d dan hasil analisa yang didapat sangat jelas.

Dampak lingkungan dari proyek reklamasi pantai adalah meningkatkan potensi banjir. Hal itu dikarenakan proyek tersebut dapat mengubah bentang alam (*geomorfologi*) dan aliran air (*hidrologi*) di kawasan reklamasi tersebut. Perubahan itu antara lain berupa tingkat kelandaian, komposisi sedimen sungai, pola pasang surut, pola arus laut sepanjang pantai dan merusak kawasan tata air. Potensi banjir akibat proyek reklamasi itu akan semakin meningkat bila dikaitkan dengan adanya kenaikan muka air laut yang disebabkan oleh pemanasan global.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Reklamasi Pantai

Definisi reklamasi pantai menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.40/PRT/M/2007 adalah kegiatan di tepi pantai yang dilakukan oleh orang dalam rangka meningkatkan manfaat sumber daya lahan ditinjau dari sudut lingkungan dan sosial ekonomi dengan cara pengurugan, pengeringan (*polder*), atau drainase. Metode urukan dilakukan dengan cara menguruk tanah timbunan berupa pasir yang diperoleh dari dasar laut dan darat atau berupa tanah lempung, material sisa pembakaran batu bara, limbah padat, dan lainnya.

Jika volume material urukan sangat terbatas, maka dapat dipertimbangkan metode *polder* atau pengeringan untuk mereklamasi daerah pantai. Metode ini adalah mengeringkan air laut dengan cara membuat tanggul di sekeliling air yang akan dikeringkan. Pengeringan dilakukan dengan pompa. Saluran-saluran drainase dibuat di dalam areal yang direklamasi.

Metode ini merupakan metode yang cukup rumit karena memerlukan perencanaan yang sangat matang mulai dari perilaku hidraulik air laut, air tanah dan sistem saluran yang berada di lokasi reklamasi. Di samping itu, diperlukan perencanaan yang dapat diandalkan untuk tanggul pelindung *polder*. Keamanan dari tanggul adalah sangat tinggi, karena kegagalan tanggul akan mengakibatkan kerugian jiwa dan harta yang sangat besar.

Sedangkan metode drainase dipakai untuk daerah yang datar dan relatif datar dari daerah di sekitarnya. Tetapi, elevasi muka tanahnya masih lebih tinggi dari elevasi muka air laut. Daerah ini bisa berupa daerah rawa pasang surut atau daerah rawa yang tidak dipengaruhi pasang surut. Dengan membuat sistem drainase yang baik beserta pintu-pintu pengatur, daerah ini dapat dimanfaatkan untuk daerah pemukiman dan pertanian. Di Indonesia, metode drainase banyak dipakai untuk reklamasi daerah rawa pasang surut di Sumatera, Kalimantan, dan Irian Jaya (Salim, 2009).

Untuk reklamasi pantai, struktur pelindung pantai yang digunakan untuk melindungi pasir tambahan agar tidak hilang oleh gelombang yaitu *breakwater*. Konstruksi ini dirancang untuk melindungi dermaga atau daerah pantai yang tidak dikehendaki terjadi erosi. Pada dasarnya *breakwater* beroperasi dengan mereduksi

energi yang menyertai terjadinya gelombang di pantai. Struktur tersebut memantulkan gelombang dan memindahkan energi gelombang dalam bentuk difraksi gelombang setelah terjadi tumbukan (CERC, SPM Vol1, 1984). Hasil reduksi energi gelombang ini akan mengurangi pula perpindahan sedimen ke lepas pantai yang diakibatkan oleh pengaruh gelombang. Dengan demikian sedimen akan dipindahkan dari daerah tersebut hanya pada arah sejajar garis pantai atau akan mengumpul dibalik struktur akan semakin besar.

2.2.2 Sedimen dan Karakteristiknya

Sedimen, yang tersusun dari batuan, mineral, dan material organik, secara alamiah selalu ada dalam sungai, danau, *estuary*, dan air laut. Sedimen ini terbawa oleh aliran air dari satu tempat ke tempat yang lain sampai mengendap pada lokasi tertentu. Sedimen yang bercampur air dalam jumlah sedikit tidak membuat warna air berubah, sedangkan pada air yang mengandung banyak sedimen dapat berwarna coklat keruh.

Sedimen yang terendap pada suatu daerah mempunyai beberapa manfaat bagi kehidupan, antara lain dapat digunakan sebagai bahan konstruksi, bahan *coastal restoration* dan sebagai tempat berkembang biak beberapa spesies air. Sedimen yang terlalu sedikit dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, hal ini terjadi di pantai Louisiana yang setiap tahun tergerus karena transpor sedimen yang berasal dari sungai Mississippi terlalu sedikit. Terlalu banyaknya sedimen juga dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan dan kerugian ekonomis, hal ini dapat dicontohkan pada pelabuhan yang mengalami sedimentasi dapat mengakibatkan pendangkalan, kapal kesulitan keluar masuk kolam labuh, dan kapal harus mengurangi muatan agar tidak kandas (Mc.Anally, William H., Julia F. Haydel, Gaurav Savant, 2004). Sedimen dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran butirannya menjadi lempung, lumpur, pasir, kerikil, koral, *cobble*, dan batu (*boulder*).

Tabel 2.1 berikut menunjukkan klasifikasi butiran sedimen menurut Wentworth yang banyak digunakan sebagai referensi (Triadmodjo, 1999).

Tabel 2.1 Klasifikasi ukuran butir dan sedimen

Klasifikasi		Diameter Partikel (mm)
Batu		256
Cobble		128
Koral	Besar	64
	sedang	32
	Kecil	16
	Sangat kecil	8
Kerikil		4
Pasir	sangat kasar	2
	kasar	1
	sedang	0.5
	halus	0.025
	sangat halus	0.063
Lumpur	kasar	0.031
	sedang	0.015
	halus	0.0075
	sangat halus	0.0037
Lempung	kasar	0.0018
	sedang	0.0009
	halus	0.0005
	sangat halus	0.0003

Sumber: Triatmodjo (1999).

2.2.3 Transpor Sedimen Pantai

Sedimentasi dapat diartikan sebagai proses terangkutnya/ terbawanya sedimen oleh suatu limpasan/ aliran air yang diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan airnya melambat atau terhenti seperti pada saluran sungai, waduk, danau maupun kawasan tepi teluk/ laut (Arsyad, 1989).

Transpor sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu :

1. Transpor sedimen menuju dan meninggalkan pantai (*Cross-shore sediment transport*)

Disebut juga *onshore-offshore sediment transport* yaitu angkutan sedimen yang tegak lurus dengan garis pantai, dipengaruhi oleh gelombang, ukuran butir material,

kemiringan pantai, hal ini sering dikaitkan dengan *storm waves*. Untuk daerah pantai yang memiliki tidal range yang tinggi dengan kemiringan pantai yang kecil akan mempertimbangkan volum sedimen yang dipindahkan oleh aliran arus menuju dan meninggalkan pantai selama pasang surut.

2. Transpor sedimen sepanjang pantai (*long-shore sediment transport*)

Longshore Sediment transport adalah angkutan pasir sepanjang pantai. Terjadi apabila pasir terangkat oleh turbulensi yang disebabkan oleh gelombang pecah, hal ini dipengaruhi oleh gelombang ataupun arus pasang surut. Sedimen transport sejajar dengan pantai dipengaruhi oleh arah gelombang dan sudut *wave crest* dengan garis pantai.

Longshore sediment transport dapat menyebabkan terjadinya erosi dan akresi. Terdapat dua jenis sedimen yang ditransportasikan yaitu *cohesive* dan *non cohesive*. Sedimen transport *cohesive* sering dinamakan *suspended load transport* karena sifatnya yang melayang di air, sedangkan *non cohesive* dinamakan *bedload transport*.

Ada tiga faktor utama yang mengontrol sebaran sedimen di daerah pantai, yaitu sumber sedimen, tingkat energi gelombang dan kemiringan pantai. Sebaran sedimen sepanjang profil pantai dihasilkan oleh variasi tegak lurus pantai terhadap ukuran sedimen. Selain itu semuanya tergantung pada gerakan air dan karakteristik material pantai yang terangkut. Pada daerah pesisir pantai gerakan dari air dapat terjadi karena adanya kombinasi dari gelombang dan arus. Gelombang dan arus memiliki peranan yang sama besarnya dalam mengaduk dan memindahkan material ke tempat lain. Fenomena diatas juga bergantung pada karakteristik dari material dasar pantai dan pengaruh gelombang dan arus. Material dasar laut yang terangkut dapat berupa *bed load* seperti misalnya pasir serta melayang untuk jenis material pantai yang dapat tersuspensi berupa lumpur dan lempung.

Sedimen dapat berada di berbagai lokasi dalam aliran, tergantung pada keseimbangan antara kecepatan ke atas pada partikel (gaya tarik dan gaya angkat) dan kecepatan pengendapan partikel. Menurut Ronggodigdo (2011) ada 3 (tiga) macam pergerakan angkutan sedimen yaitu diantaranya :

1. *Bed Load Transport*

Partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan *bed load*. Adanya *bed load* ditunjukkan oleh gerakan partikel di dasar sungai yang ukurannya besar, gerakan itu dapat bergeser, menggelinding atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif lambat, sehingga material yang terbawa arus sifatnya hanya menggelinding sepanjang saluran.

2. *Wash Load Transport*

Wash load adalah angkutan partikel halus yang dapat berupa lempung (*silk*) dan debu (*dust*), yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut, atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang. Sumber utama dari *wash load* adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah di dalam daerah aliran sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif cepat, sehingga material yang terbawa arus membuat loncatan-loncatan akibat dari gaya dorong pada material tersebut.

3. *Suspended Load Transport*

Suspended load adalah material dasar sungai (*bed material*) yang melayang di dalam aliran dan terutama terdiri dari butir pasir halus yang senantiasa mengambang di atas dasar sungai, karena selalu didorong ke atas oleh turbulensi aliran. Jika kecepatan aliran semakin cepat, gerakan loncatan material akan semakin sering terjadi sehingga apabila butiran tersebut tergerus oleh aliran utama atau aliran turbulen ke arah permukaan, maka material tersebut tetap bergerak (melayang) di dalam aliran dalam selang waktu tertentu.

Sifat-sifat sedimen adalah sangat penting di dalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut, antara lain ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat masa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan sebagai (Triatmodjo, 1999).

2.2.4 Sifat- Sifat Sedimen

Selain dari pergerakan sedimen tersebut juga sangat penting untuk mengetahui sifat-sifat dari sedimen itu sendiri. Sifat yang dimaksud adalah ukuran partikel dan distribusi sedimen, rapat massa, kecepatan endap, bentuk, dan tahanan terhadap erosi, dan sebagainya (Triadmodjo, 1999). Berikut ini adalah sedikit penjelasan dari sifat-sifat sediment:

a. Ukuran partikel sedimen

Ukuran partikel juga menunjukkan proses pengangkutan dan pengendapan material misalnya kemampuan air atau angin untuk memindahkan partikel. Ukuran partikel sangat penting dalam menentukan tingkat pengangkutan sedimen ukuran tertentu dan tempat sedimen tersebut terakumulasi di laut. Ukuran partikel sedimen dapat mempengaruhi besar atau kecilnya kemungkinan sedimen tersebut dapat mengalami erosi atau abrasi. Sehingga akan mempengaruhi terhadap proses transport sedimen. Sedimen berdasarkan ukuran butir dapat diklasifikasikan menjadi lempung lumpur, pasir, kerikil, koral, dan batu. Material sangat halus seperti lumpur dan lempung yang merupakan sedimen kohesif (Achmad, 2011).

b. Rapat massa

Rapat massa adalah massa tiap satuan volume. Rapat massa sendiri mempunyai korelasi antara berat jenis dengan persamaan:

$\gamma = \rho \cdot g$ dimana persamaan ini merupakan fungsi dari komposisi mineral. Untuk sedimen kohesif rapat massa sedimen tergantung pada konsentrasi endapan dan konsentrasi konsolidasi endapan yang dipengaruhi oleh waktu konsolidasi. Di samping itu juga ada rapat relative yang merupakan perbandingan antara rapat massa suatu zat dengan rapat massa air 4^0 . Rapat massa air pada temperatur tersebut yakni 1000 kg/m^3 .

c. Kecepatan endap

Kecepatan endap merupakan kecepatan yang diperlukan oleh partikel sedimen untuk dapat terdeposisi di dasar sungai. Konsentrasi sangat mempengaruhi kecepatan endap, semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi pula kecepatan endapnya. Untuk sedimen non kohesif, kecepatan endap dihitung dengan rumus stokes yang tergantung pada rapat massa sedimen, viskositas air, dimensi dan bentuk partikel sedimen. Untuk sedimen jenis ini kecepatan endap dipengaruhi oleh

beberapa factor seperti salinitas, konsentrasi sedimen suspensi dan diameter partikel. Konsentrasi sedimen suspensi merupakan parameter paling penting dalam proses flokulasi, yaitu fenomena dimana resultan gaya permukaan yang bekerja pada partikel sedimen adalah dominan gaya tarik, maka partikel akan berkumpul dan membentuk kumpulan sedimen yang disebut flokon dengan dimensi yang lebih besar dari pada partikel sedimen individu.

2.2.5 Pasang Surut

Menurut Pratikto, Darmono, dan Suntoyo (1997) pasang surut adalah perubahan ketinggian muka air laut karena gerak gravitasi bulan dan matahari dan benda langit lain pada perputaran bumi. Sedangkan menurut Poerbandono dan Djunarsjah (2005) pasang surut adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari. Gravitasi bulan merupakan pembangkit utama pasang surut.

Pengetahuan tentang pasang surut akan menjadi sangat penting ketika kita sedang merencanakan untuk membangun bangunan pantai dan pelabuhan. Menurut Triadmodjo (1999) pasang surut yang terjadi pada setiap daerah memang tidak sama. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dibedakan menjadi 4 tipe yaitu :

1. Pasang Surut Harian Tunggal (*diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut dengan periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di perairan Selat Karimata.

2. Pasang Surut Harian Ganda (*semi diurnal tide*)

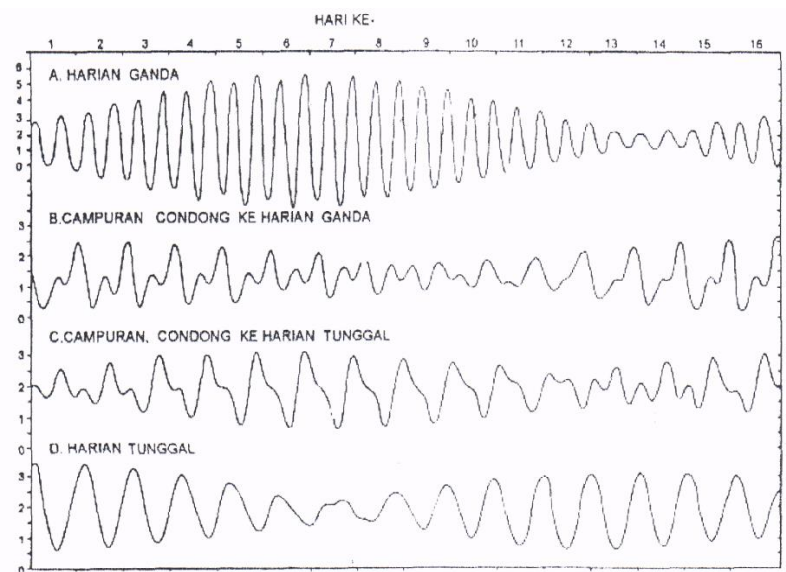
Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Tipe pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasang surut jenis ini terjadi di Selat Malaka sampai Laut Andaman.

3. Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Ganda (*mixed tide prevailing diurnal*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terjadi di perairan Indonesia Timur.

4. Pasang Surut campuran Condong Ke Harian Tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut jenis ini terjadi di Selat Kalimantan dan Pantai Utara Jawa Barat.



Gambar 2.1 Tipe Pasang Surut (Triadmodjo,1999)

Mengingat elevasi di laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasar data pasang surut, yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan pelabuhan. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Muka air tinggi (*high water level, HWL*), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
2. Muka air rendah (*low water level, LWL*), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
3. Muka air tinggi rerata (*mean high water level, MHWL*), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.

4. Muka air rendah rerata (*mean low water level, MLWL*), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
5. Muka air laut rerata (*mean sea level, MSL*), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
6. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level, HHWL*), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
7. Muka air rendah terendah (*lowest low water level, LLWL*), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
8. *Higher high water level* (HHWL), adalah air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran.
9. *Lower low water level* (LLWL), adalah air terendah dari dua air rendah dalam satu hari.

Ada banyak komponen pasang surut, akan tetapi yang memberikan dampak pengaruh yang signifikan hanya beberapa komponen. Tabel 2.2 menunjukkan beberapa komponen pasang surut.

Tabel 2.2 Komponen Harmonik Pasang Surut

Jenis	NO	Simbol	Periode (jam)	Keterangan
Semi diurnal (ganda)	1.	M2	12.42	Bulan Utama
	2.	S2	12.00	Matahari
	3.	N2	12.66	Utama
	4.	K2	11.97	Elips Bulan Besar
Diurnal (Tunggal)	5.	K1	23.93	Matahari bulan
	6.	O1	25.82	Bulan utama
	7.	P1	24.07	Matahari utama
Long period (Periode panjang)	8	Mo	327.86	Bulan dua mingguan

Sumber: Triatmodjo (2009:89)

2.2.6 Pola Arus Pasang Surut

Arus pasang surut adalah pergerakan air laut secara horizontal yang dihubungkan dengan naik dan turunnya permukaan air laut oleh adanya pasang surut air laut.

Menurut Poerbandono dan Djunasjah (2005), arus pasang surut mempunyai sifat bergerak dengan arah yang saling bertolak belakang. Arah arus saat pasang biasanya bertolak-belakang dengan arah arus saat surut. Kecepatan arus pasang surut minimum terjadi saat pasang atau surut. Pada saat tersebut terjadi perubahan arah arus pasang surut. Kecepatan arus pasang surut maksimum terjadi pada saat antara pasang dan surut. Dengan demikian periode kecepatan arus pasut akan mengikuti periode pasut. Gerak vertical naik turun permukaan air laut karena pasang surut pada wilayah perairan dan interaksinya dengan batas-batas perairan tempat pasang surut. Tersebut terjadi menimbulkan gerak badan air kearah horizontal. Batas-batas perairan tersebut dapat berupa dinding (pantai dan kedangkalan) dan lantai dasar. Istilah arus pasang surut kemudian diberikan pada fenomena ini yang merupakan gerak horizontal badan air menuju dan menjauhi pantai seiring dengan naik turunnya muka air laut yang disebabkan oleh gaya-gaya pembangkit pasang surut (Damerianne, 2013).

2.2.7 Batimetri

Batimetri merupakan ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi lantai samudera atau danau. Sebuah peta batimteri umumnya menampilkan relief lantai atau daratan dengan garis-garis kontur (*contour lines*) yang disebut kontur kedalaman (*depth contours* atau *isobath*) dan dapat memiliki informasi tambahan berupa informasi navigasi permukaan. Peta batimetri sendiri dapat diartikan dengan peta yang menggambarkan bentuk konfigurasi dasar laut dinyatakan dengan angka-angka kedalaman dan garis-garis kedalaman. Peta batimetri ini dapat divisualisasikan dalam tampilan 2 dimensi (2D) maupun 3 dimensi (3D). Peta batimetri sangat berguna pada saat melakukan pekerjaan di laut, seperti perencanaan bangunan pelindung pantai, studi tentang proses morfologi pantai, pembangunan pelabuhan dan lain-lain.

2.2.8 Program Delft3D

Delft3D merupakan program simulasi atau pemodelan hidrodinamik multidimensi (2D atau 3D) yang berfungsi untuk perhitungan daerah pesisir, sungai, dan muara. Program ini dapat menyimulasikan gelombang arus, angkut sedimen, kualitas air, dan analisis ekologi pada daerah pantai. Software DELFT3D mempunyai modul utama yaitu FLOW-module berfungsi untuk menghitung kondisi hidrodinamika. Dalam perhitungan kondisi hidrodinamika, Delft3D-FLOW menggunakan penyelesaian persamaan *Navier-Stokes* menggunakan asumsi *Boussineq*. Tampilan software Delft3D seperti pada gambar berikut :



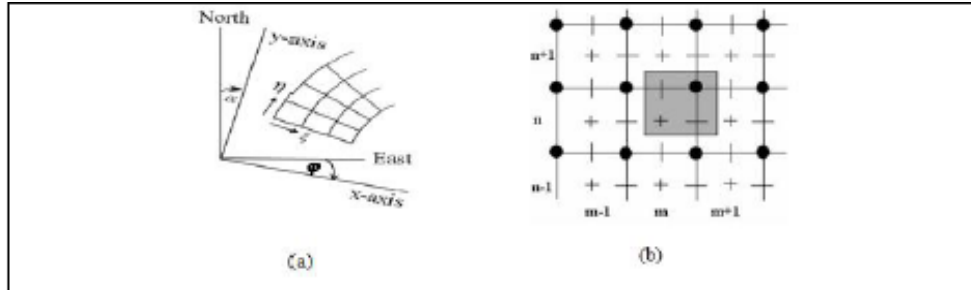
Gambar 2.2. Tampilan software DELFT3D (Deltares, 2011)

2.2.9 Penggunaan Delft3D pada Simulasi

Pada pemodelan ini menggunakan Delft 3D-Flow. Delft 3D-Flow adalah system pada bagian Delft3D yang digunakan untuk menghitung SWE (Shallow Water Equation) atau persamaan pada kondisi air dangkal dalam variable kecepatan dan tinggi ke dalam bentuk dua atau tiga dimensi pada sebuah grid atau garis bantu (Arizal, 2011).

Simulasi Delft3D ini menggunakan grid atau garis bantu. Grid adalah garis bantu koordinat arah vertikal dan horizontal untuk menentukan luas daerah yang disimulasikan atau untuk mengatur batas daerah yang disimulasikan. Grid terdiri dari dua system yaitu *coordinate cartessians* berbentuk persegi dan *coordinat spherical*. Sistem *coordinate cartessians* berbentuk persegi, bersifat kaku dan hanya mempunyai parameter arah saja, yaitu arah vertikal dan arah horizontal.

Sedangkan system *coordinate spherical* mengikuti garis kontur permukaan bumi. *Coordinate spherical* memiliki dua parameter yaitu arah dan tinggi, dengan latitude bernilai positif ke arah utara dan longitude yang bernilai positif ke arah timur.



Gambar 2.3. (a) Sistem coordinate Spherical dan (b) Sistem coordinate cartessians

Sebagaimana dijelaskan dalam Lesser *et al.* (2004), DELFT3D FLOW menggunakan beberapa persamaan pembangun yang terdiri dari persamaan : Momentum, persamaan kontinuitas, dan persamaan transport

a. Persamaan Kontinuitas

$$\frac{\partial \zeta}{\partial r} + \frac{1}{\sqrt{G\zeta\zeta}} \frac{\partial [(d+\zeta)U \sqrt{G\eta\eta}]}{\partial \zeta} + \frac{1}{\sqrt{G\zeta\zeta}} \frac{\partial [(d+\zeta)V \sqrt{G\zeta\zeta}]}{\partial \eta} = (d+\zeta)Q \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan U dan V dirata-ratakan terhadap kedalaman:

$$U = \frac{1}{d+\zeta} \int_{-1}^0 u dz = \int_{-1}^0 u d\sigma \dots\dots\dots(2.2)$$

$$V = \frac{1}{d+\zeta} \int_{-1}^0 v dz = \int_{-1}^0 v d\sigma \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana Q menunjukkan faktor per unit area :

$$Q = H \int_{-1}^0 (q_{in} - q_{out}) d\sigma + P - E$$

b. Persamaan momentum dalam arah horizontal

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \zeta}{\partial r} + \frac{u}{\sqrt{G\zeta\zeta}} \frac{\partial u}{\partial \zeta} + \frac{v}{\partial \eta \sqrt{G\eta\eta}} \frac{\partial u}{\partial \eta} + \frac{\omega}{d+\zeta} \frac{\partial u}{\partial \sigma} - \frac{V^2 \sqrt{G\eta\eta}}{\sqrt{G\zeta\zeta} \sqrt{G\eta\eta}} + \frac{uv \sqrt{G\zeta\zeta}}{\sqrt{G\zeta\zeta} \sqrt{G\eta\eta}} - f_v \\ & = \frac{1}{\rho_0 \sqrt{G\zeta\zeta}} P_\zeta + F_\zeta + \frac{1}{(d+\zeta)^2} v \frac{\partial u}{\partial \sigma} + M_\zeta \dots\dots\dots(2.4) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial r} + \frac{u}{\sqrt{G\zeta\zeta}} \frac{\partial u}{\partial \zeta} + \frac{v}{\partial \eta \sqrt{G\eta\eta}} \frac{\partial u}{\partial \eta} + \frac{\omega}{d+\zeta} \frac{\partial u}{\partial \sigma} - \frac{uv \sqrt{G\eta\eta}}{\sqrt{G\zeta\zeta} \sqrt{G\eta\eta}} + \frac{V^2 \sqrt{G\zeta\zeta}}{\sqrt{G\zeta\zeta} \sqrt{G\eta\eta}} - f_v$$

$$= \frac{1}{\rho_0 \sqrt{G\zeta\zeta}} P\zeta + F\zeta + \frac{1}{(d+\zeta)^2} v \frac{\partial u}{\partial \sigma} + M\zeta \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

$\sqrt{G\zeta\zeta}$ = koefisien transformasi kurvalimier menjadi koordinat persegi (m).

$\sqrt{G\eta\eta}$ = koefisien transformasi kurvalimier menjadi koordinat persegi (m).

G = percepatan gravitasi (m/s²)

M_ζ = sumber/keluaran momentum dalam arah X/ ζ (kg m/s)

M_η = sumber/keluaran momentum dalam arah Y/ η (kg m/s)

U = kecepatan rata-rata terhadap kedalaman pada arah X/ ζ (m/s)

u = kecepatan aliran dalam tanah X/ ζ (m/s)

V = kecepatan rata-rata terhadap kedalaman pada arah Y/ η (m/s)

v = kecepatan aliran dalam tanah Y/ η (m/s)

ω = frekuensi sudut pasang surut dan atau komponen Fourier

ζ = elevasi muka air (m)

ζ, η = horizontal, koordinat kurvalinier

c. Persamaan Transpor Sedimen

Persamaan pembangun yang digunakan dalam modul FLOW-module untuk model transpor sedimen diberikan sebagai berikut (Van R, 1993 dalam Deltares 2011) :

$$|S_b| = 0.006\eta\rho_w d_{50}^1 M^{0.5} M^{0.7} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

S_b = transport sedimen dasar (kg/m/s)

η = fraksi sedimen pada lapisan campuran (mixing layers)

M = pergerakan sedimen akibat gelombang dan arus

M_c = pergerakan kelebihan sedimen

W1 = kecepatan jatuh

Dengan nilai masing-masing di definisikan sebagai :

$$M = \frac{V_{eff}^2}{(s-1)gd_{50}} \dots \dots \dots (2.7)$$

$$M = \frac{(V_{eff} - V_{eff})^2}{(s-1)gd_{50}} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$V_{eff} = \sqrt{V_R^2 + V_{50}^2} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

U_{on} = kecepatan orbital dekat dasar berdasarkan pada tinggi gelombang signifikan (m/s)

V_{eff} = kecepatan efektif yang disebabkan oleh gelombang dan arus

VR = Kecepatan yang dirata-ratakan terhadap kedalaman di lapisan dasar

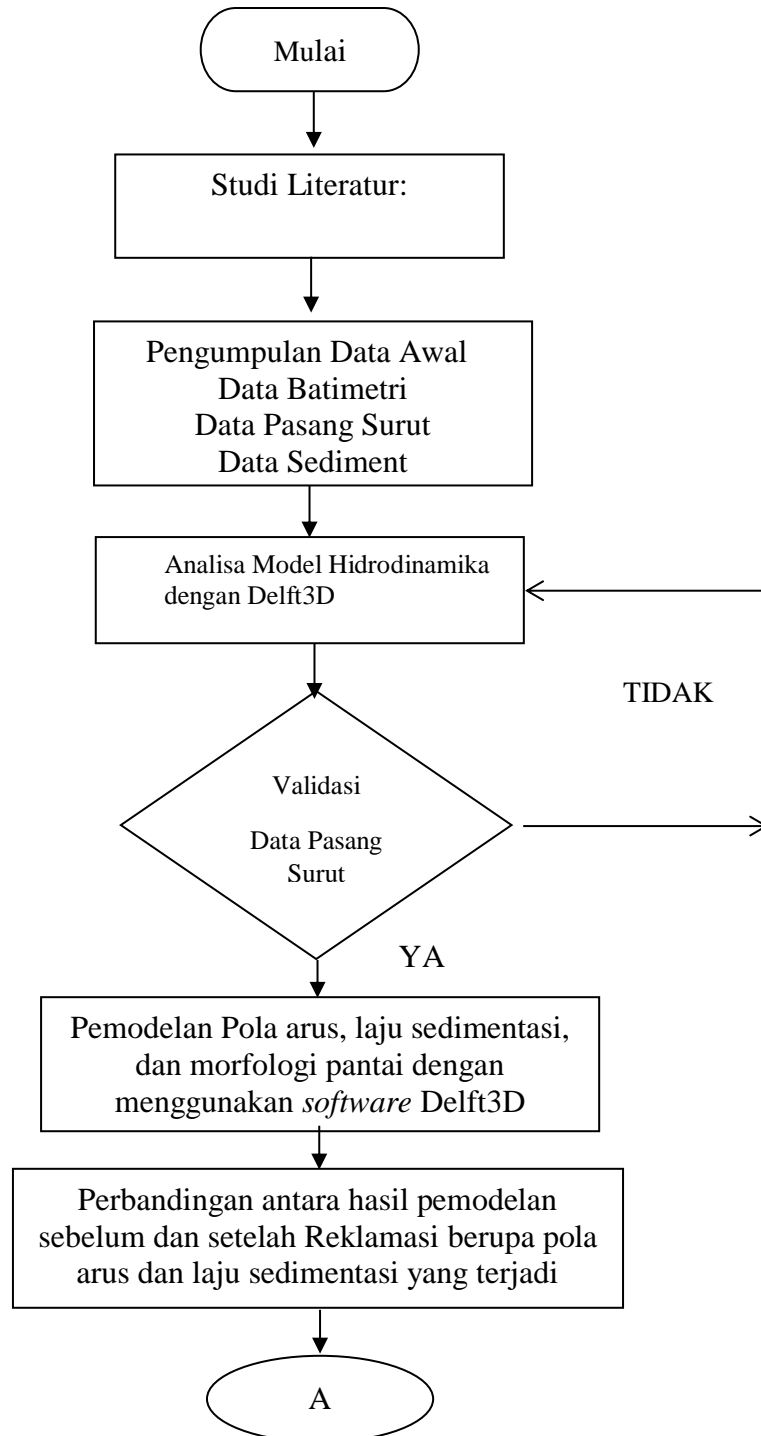
S = densitas relative dari fraksi sedimen Densitas relative dari fraksi sedimen

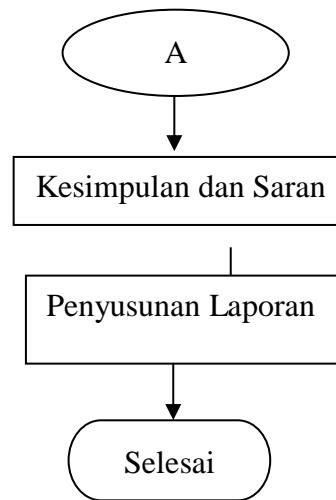
G = percepatan gravitasi Percepatan gravitasi

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam Tugas Akhir ini digambarkan melalui diagram alir (*flowchart*) di bawah ini.





3.1 Gambar Diagram Alir

3.2 Prosedur Penelitian

Untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini diberikan penjelasan terperinci mengenai langkah-langkah pengerjaan yang akan dijabarkan sebagai berikut ini:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memberikan penjelasan terhadap permasalahan yang ada. Tahapan ini memberikan tambahan pengetahuan terhadap permasalahan yang akan dibahas di tugas akhir ini dengan mencari dan mempelajari literatur yang diperlukan. Literatur yang dimaksud dapat berupa buku, jurnal, atau pun laporan tugas akhir terdahulu yang membahas permasalahan yang sama dengan tugas akhir ini. Selain itu juga mempelajari proses pengolahan data dan pemodelan dengan menggunakan software Delft3D yang dapat dipelajari melalui modul yang terdapat pada software tersebut.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sebelum pengerjaan tugas akhir dimulai. Data-data yang diperlukan berupa data bathimetri pasang surut, dan data sedimen yang merupakan data tahun 2016.

3. Analisa Model Hidrodinamika dengan Delft3d

Setelah didapatkan data-data yang diperlukan kemudian data batimetri di modelkan dengan menggunakan software Delft3d.

4. Validasi

Pada dasarnya pada tahap ini untuk melihat valid tidaknya hasil *meshing* model dengan peta bathimetri sebab terkadang hasil *meshing* tidak sesuai dengan hasil riilnya. Setelah valid, model dapat dilakukan simulasi.

5. Pemodelan Pola arus, laju sedimentasi, dan morfologi pantai dengan menggunakan software Delft3D.

Setelah pemodelan awal sudah valid, maka dilakukanlah pemodelan lebih terperinci pada pola arus, laju sedimentasi, dan morfologi pantai. Setelah pemodelan selesai maka akan mengetahui hasil dari perubahan pola arus, laju sedimentasi, dan morfologi pantai.

6. Perbandingan antara hasil pemodelan sebelum dan setelah Reklamasi berupa pola arus dan laju sedimentasi yang terjadi.

Setelah melakukan pemodelan terhadap kondisi sebelum dan setelah reklamasi, maka dilakukanlah perbandingan antara pemodelan sebelum dan setelah reklamasi, sehingga dapat diketahui perbedaan pola arus dan sedimentasi yang terjadi.

7. Kesimpulan dan Saran

Dan yang terakhir adalah membuat kesimpulan yang sesuai dengan perumusan masalah yang telah dibuat dan memberikan saran yang tepat untuk penelitian-penelitian yang mungkin akan dilakukan dengan topik yang sama sehingga diharapkan bisa memudahkan dalam pengerjaan penelitian tersebut.

8. Penyusunan Laporan

Penulisan laporan meliputi penulisan mulai dari awal (latar belakang, tujuan, dan sebagainya) sampai dengan saran dan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan serta pemberian saran-saran untuk penelitian yang serupa selanjutnya.

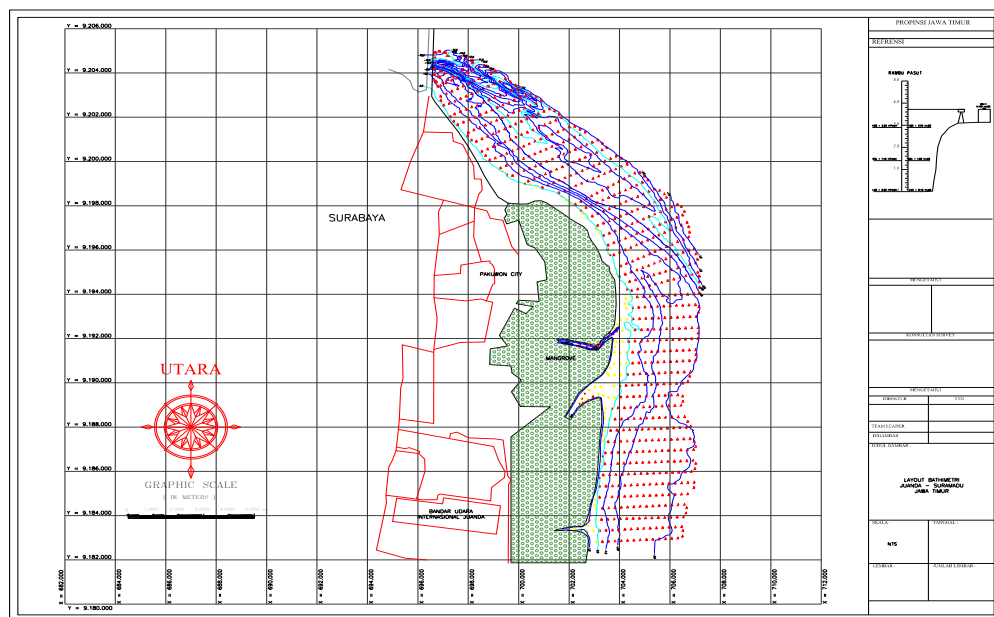
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Data Batimetri

Data batimetri 2016 yang digunakan pada pengerjaan Tugas Akhir ini didapatkan dari Penelitian Tesis Perairan Bandara Juanda hingga Jembatan Suramadu Surabaya Jawa Timur (Suntoyo, 2016), menunjukkan bahwa dasar laut mencapai kedalaman 15m terlihat pada Gambar.



Gambar 4.1 Peta Batimetri Pantai Timur Surabaya 2016

4.2 Layout Reklamasi



Gambar 4.2 Layout Reklamasi

4.3 Data Sedimen

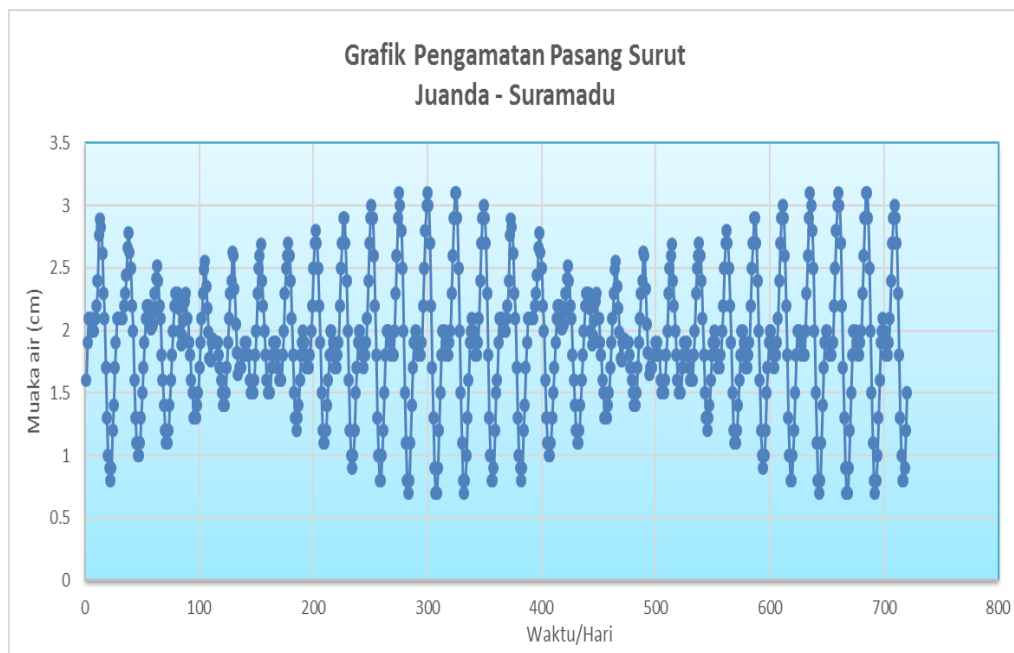
Sampel yang diambil dari lokasi kemudian dibawa ke laboratorium untuk dites, dimana yang digunakan untuk input data pada bagian *grain size* untuk pemodelan Delft3D adalah D50. Data Grain zise dan grafik grain size distribution akan ditunjukkan pada tabel 4.1 dan pada gambar 4.2 :

Tabel 4.1 Data Grain Zise

Berat Ayakan		Sample	
Ayakan	Berat (g)	Ayakan	Berat (g)
no	Kosong	no	Tanah
4	505.1	4	507
10	470.6	10	480.4
20	398.8	20	410.2
40	381.9	40	415.5
100	334.1	100	589.9
200	264	200	402
Pan	338.5	Pan	382.7

4.4 Data Pasang Surut

Berikut adalah data pasang surut juanda – suramadu tahun 2016 yang digunakan sebagai inputan data pada pemodelan Delft3d :



Gambar 4.3 Gafik Pasang Surut Juanda – Suramadu

Dari grafik diatas dapat diketahui permukaan air tertinggi memiliki elevasi 310 cm, permukaan air terendah memiliki elevasi 70 cm, dan MSL terletak di 189,18 cm.

Tabel 4.2 Konstanta Pasang Surut

KONSTANTA PASANG SURUT											
	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1	
A Cm	189	45	26	8	46	27	1	2	7	15	
g °		66	341	106	309	20	345	38	341	309	

Tipe pasang surut pada perairan Juanda – Surabaya adalah tipe pasang surut *Mixed-Semidiurnal dominant* dimana dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut.

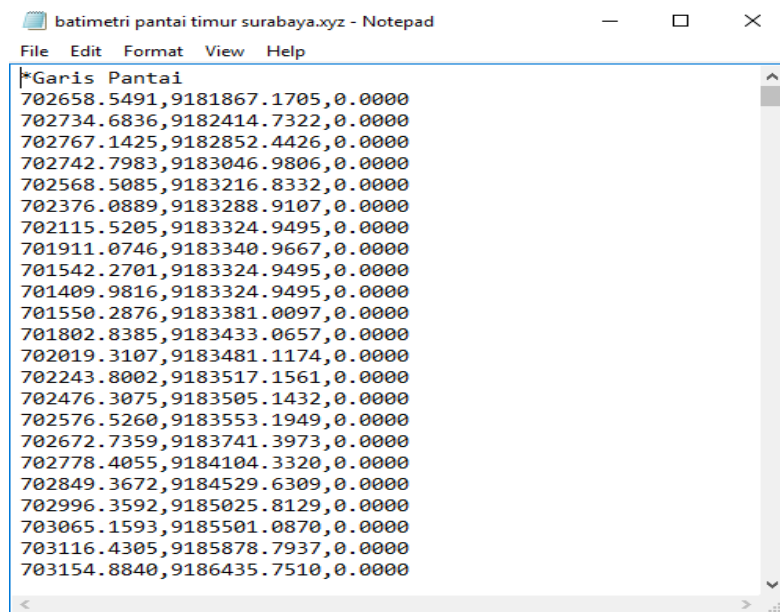
4.5 Pemodelan Delft3D

4.5.1 Penginputan Data Delft3D

Pada pemodelan ini menggunakan software Delft3d, beberapa parameter yang digunakan dalam simulasi adalah sebagai berikut :

4.5.2 Input Data Batimetri

Batimetri yang telah diplot kedalam AUTOCAD kemudian disimpan dalam bentuk format. DXF kemudian diconvert ke dalam XYZ. Hasil convert kedalam XYZ sebagai berikut:



Gambar 4.4 Data dalam bentuk XYZ

Data batimetri yang telah diconvert ke XYZ kemudian diinputkan ke Delft3d. Tujuannya untuk mendapatkan kontur kedalam pada lokasi.

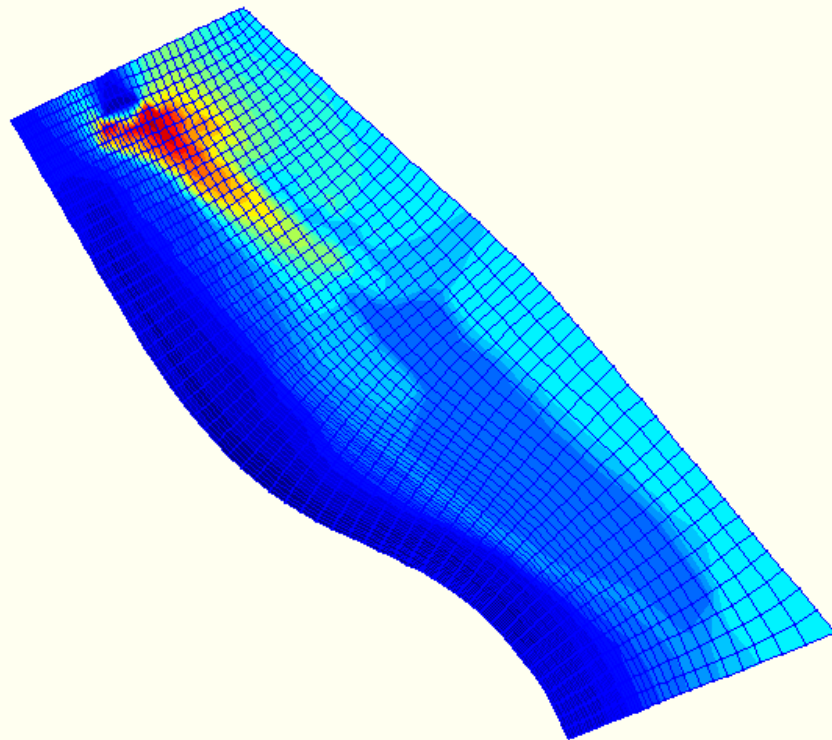
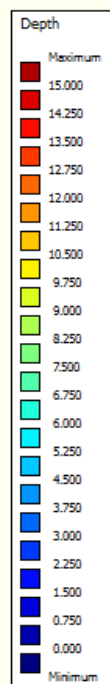
4.5.3 Penginputan data batimetri XYZ

Data batimetri XYZ di input ke Delft3D-RGFGRID yang bertujuan untuk pembuatan grid pada lokasi. Fungsi grid disini yaitu membagi lokasi tersebut

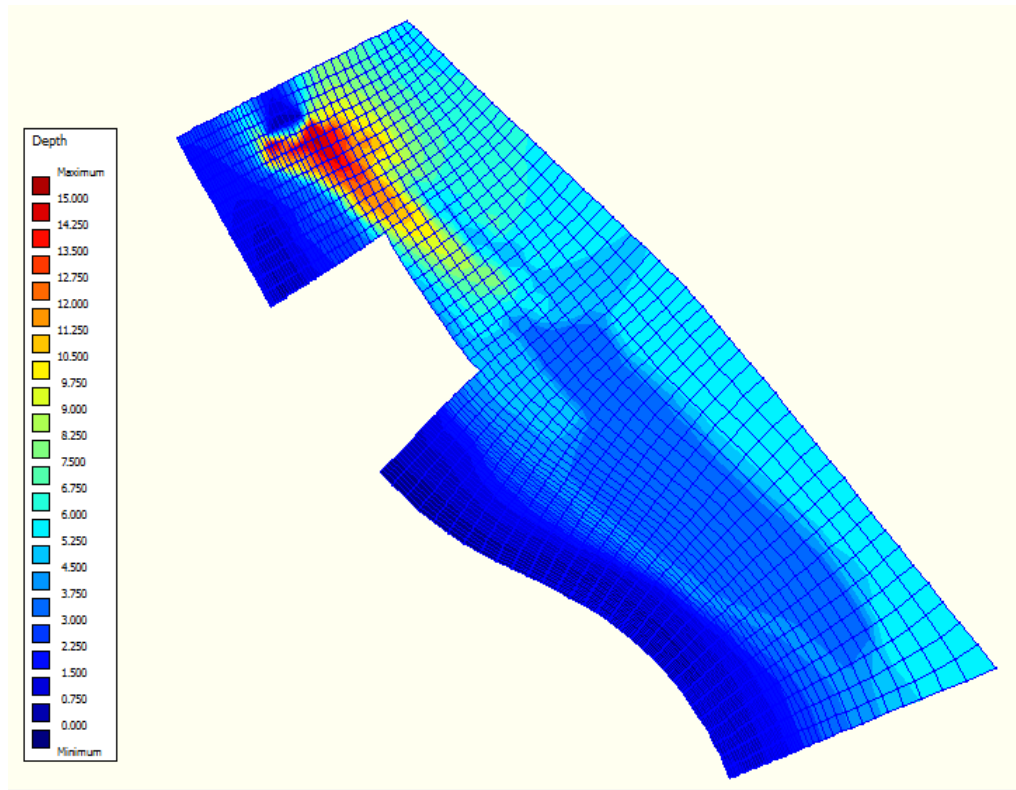
kedalam bagian-bagian kecil untuk meminimalkan eror pada saat running. Hasil pembuatan grid pada lampiran.

4.5.4 Meshing

Meshing merupakan *grid* yang telah dilengkapi dengan data kedalaman. Data kedalaman di dapat dari data batimetri yang telah di *export* dalam bentuk *dept* di delft3d. *Meshing* akan menunjukan area studi yang akan diteliti atau dimodelkan. Dalam tugas akhir ini membuat 2 *meshing* yaitu saat kondisi *eksisting* dan pemodelan. berikut adalah hasil pembuatan *meshing* :



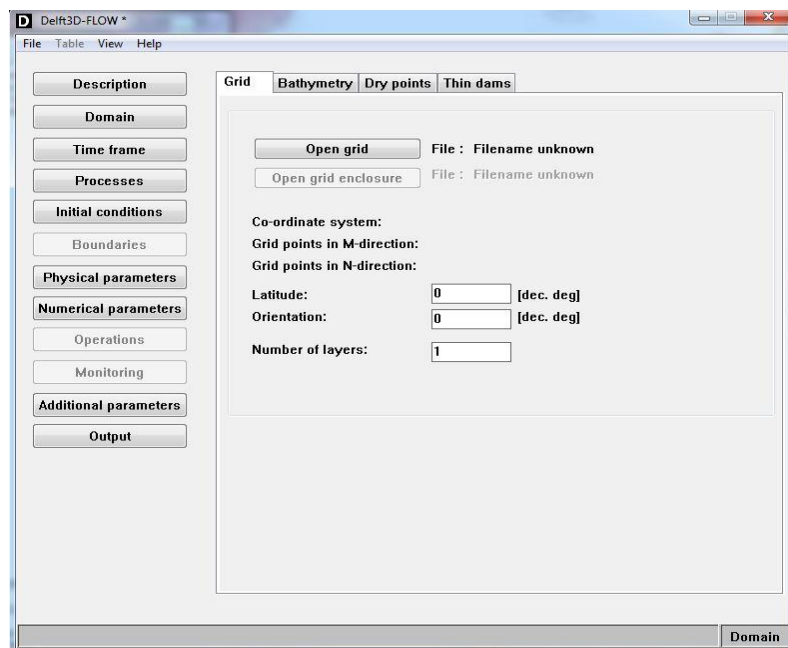
Gambar 4.5 *Meshing* kondisi *Eksisting*



Gambar 4.6 *Meshing* reklamasi

4.5.5 Input DELFT3D-FLOW

Pada pemodelan DELFT3D-FLOW ini menggunakan beberapa parameter dalam melakukan simulasi. Berikut domain parameter dalam Gambar 4.7



Gambar 4.7 *Domain* pada DELFT3D-FLOW

4.5.6 Domain

Domain merupakan area pemodelan yang ditinjau untuk simulasi.

1. *Grid parameter* adalah sub-data untuk menginput data *grid* yang telah dibangun pada Delf3D-RFGRID dan menentukan tipe koordinat yang akan digunakan. Tipe koordinat yang digunakan adalah koordinat cartessians.
2. *Bathymetry* adalah sub-data yang berguna untuk menginput data kedalaman yang telah dimasukkan pada Delft3D-QUICKIN.

4.5.7 Time Frame

Time frame merupakan *toolbar* yang berfungsi untuk menginformasikan awal mulai simulasi yang merekam setiap bangkitan yang terjadi dalam interval menit. Sub-data time frame: *References date* adalah sub-data yang berisikan tanggal simulasi *Simulation start time* adalah sub-data berisikan tanggal dan waktu mulai simulasi. Simulasi dimulai dari tanggal 09-06-2016 jam 00.00 sampai 08-07-2016 jam 23.00. untuk waktu mulai simulasi menyesuaikan terhadap data pasang surut, jika ada kesalahan pada tahap ini maka running tidak akan berhasil atau *error*.

1. Simulation stop time adalah sub-datat berisikan tanggal dan waktu erhentinya simulasi.
2. Time step adalah sub-data berisikan interval waktu yang diminta untuk menghasilkan output data hasil perhitungan.

File Table View Help

Description

Domain

Time frame

Processes

Initial conditions

Boundaries

Physical parameters

Numerical parameters

Operations

Monitoring

Additional parameters

Output

Time frame

Reference date [dd mm yyyy]

Simulation start time [dd mm yyyy hh mm ss]

Simulation stop time [dd mm yyyy hh mm ss]

Time step [min]

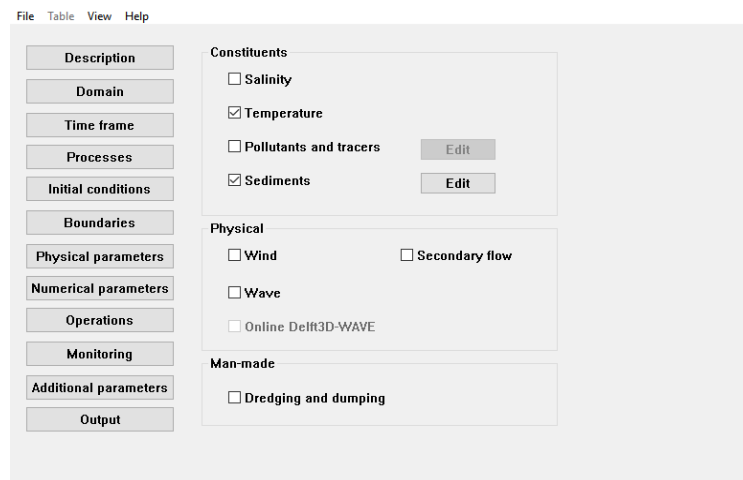
Local time zone (LTZ) +GMT

GMT = Local time - LTZ

Gambar 4. 8 *Time frame* pada DELFT3D-FLOW

4.5.8 Processes

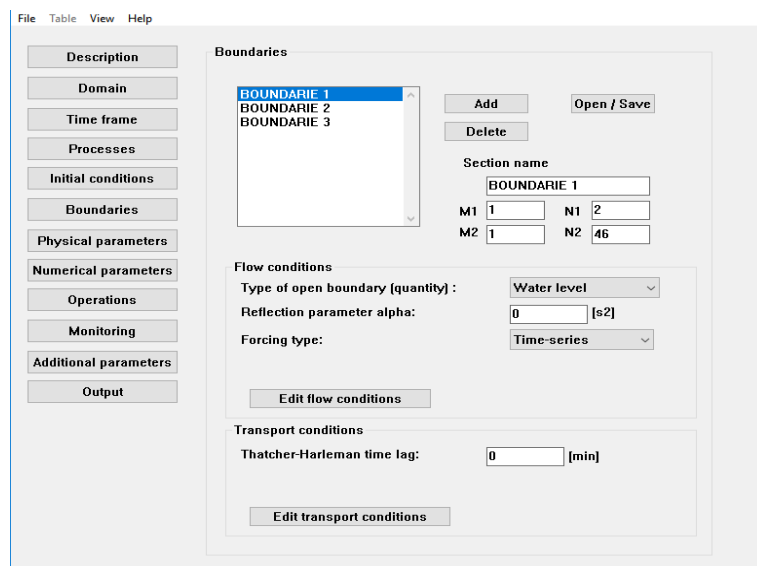
Process digunakan sebagai input tambahan yang akan digunakan untuk simulasi. Parameter *Processes* terdiri dari dua data grup yaitu *constituent* dan *physical*. Sub-data *constituent* terdiri dari *salinity*, *temperature*, *pollutants and tracers* dan *sediment*. Sedangkan sub-data *physical* terdiri dari *wind*, *waves*, *secondary flow* dan *tidal forces*. Untuk simulasi ini parameter yang digunakan yaitu *sediment non-cohesive* dan *temperature*. Tampilan *toolbar* Process dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4. 9 *Process* pada DELFT3D

4.5.9 Boundaries

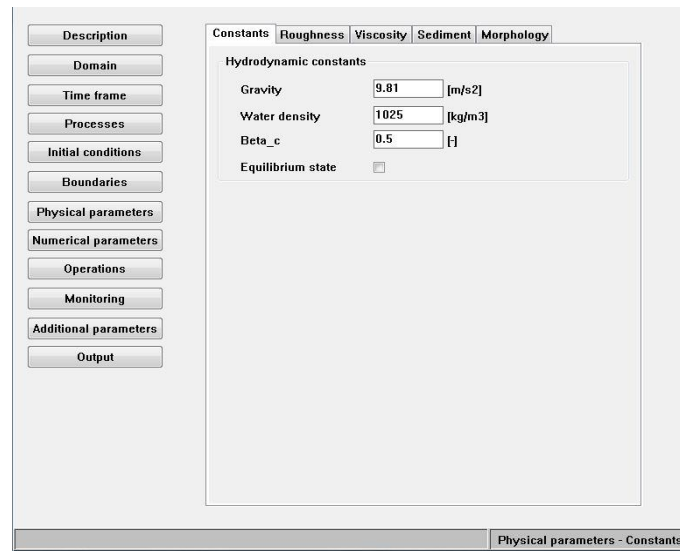
Boundaries merupakan grup yang memberi informasi batasan-batasan dalam pemodelan, penempatan, jenis, dan semua yang diperlukan untuk pembuatan area yang akan diteliti.



Gambar 4.10 *Boundaries* pada DELFT3D-FLOW

4.5.10 Physical Parameter

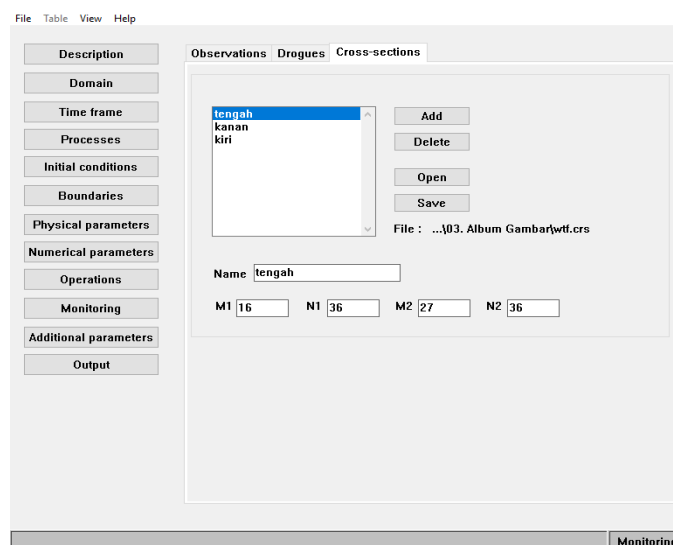
Physical parameter merupakan parameter fisik yang berhubungan dengan kondisi area permodelan. Parameter tersebut meliputi *constant*, *roughness*, *viscosity*, *sediment*, *morphology*. Dapat dilihat pada gambar 4.9 :



Gambar 4.11 *Physical Parameter* pada DELFT3D-FLOW

4.5.11 Monitoring

Pada data grup *monitoring* terdiri dari *observation*, *drogues*, dan *cross-section*. Dalam pemodelan simulasi ini hanya menggunakan sub-data *crosssection*. Sub-data *crosssection* meninjau setiap waktu perhitungan ketika pemodelan pada suatu area yang telah dipilih. Tampilan *monitoring* dalam dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.12 *Monitoring* pada DELFT3D-FLOW

4.5.12 Output

Output digunakan untuk mengatur hasil simulasi. Data grup output terdiri dari *storage*, *print*, dan *details*. Sub-data yang digunakan adalah *storage*. *Storage* merupakan bagian sub-data yang berisikan semua data output hasil simulasi yang tersimpan pada tahap ini hasil output waktu inputan harus sama dengan *time frame* yang telah dilakukan di awal.

Gambar 4.13 *Output* pada DELFT3D-FLOW

4.5.13 Running

Dimana semua data yang telah di input kemudian disimpan dalam mdf. Karena Delft3d hanya bisa *running* file dalam bentuk Mdf.

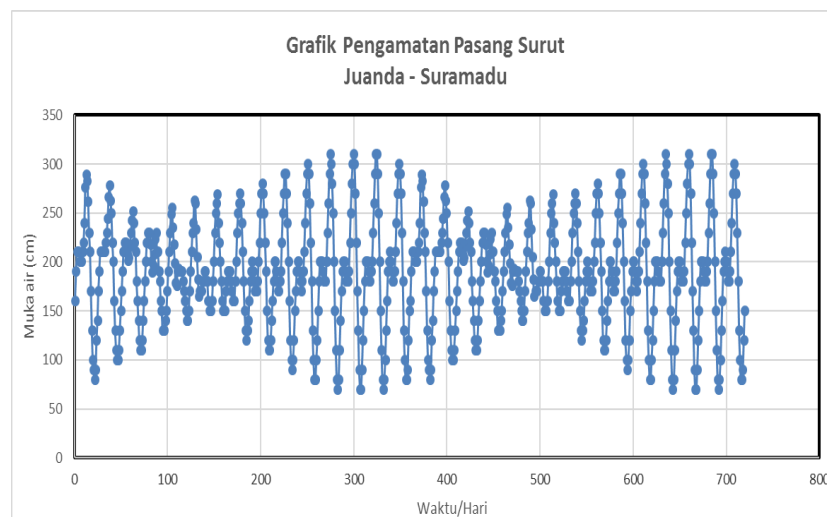
```
File
Standalone FLOW computation
Time to finish 0s, 100.0% completed, time steps left 11
Time to finish 0s, 100.0% completed, time steps left 10
Time to finish 0s, 100.0% completed, time steps left 9
Time to finish 0s, 100.0% completed, time steps left 8
Time to finish 0s, 100.0% completed, time steps left 7
Time to finish 0s, 100.0% completed, time steps left 6
Time to finish 0s, 100.0% completed, time steps left 5
Time to finish 0s, 100.0% completed, time steps left 4
Time to finish 0s, 100.0% completed, time steps left 3
Time to finish 0s, 100.0% completed, time steps left 2
Time to finish 0s, 100.0% completed, time steps left 1
-----
FINISHED Delft3D-FLOW
runid : eksisting terakhir
date, time : 2017-07-16, 02:35:24
*** WARNING Latitude of your model is 0 degrees, model located at equator
*** WARNING File will not be created - Inconsistent comm. file times
0 errors and 2 warnings
returning to main program from domain eksisting terakhir
-----
D_Hydro [24.000334] <anonymous> >> d_hydro shutting down normally
```

Gambar 4.14 *running* pada DELFT3D-FLOW

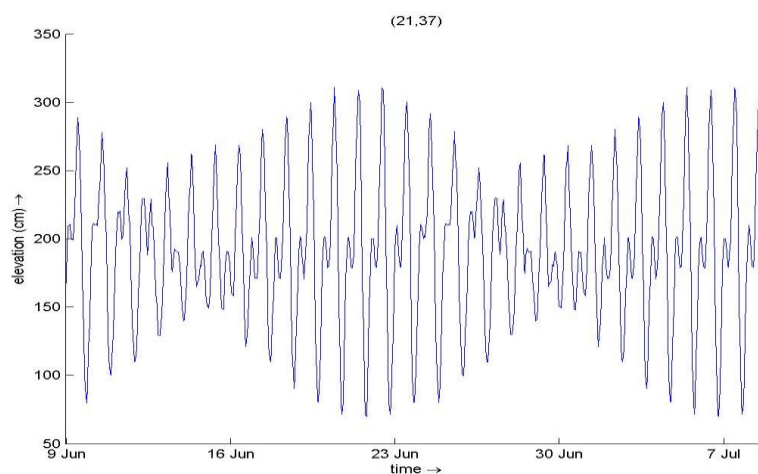
4.6 Hasil Simulasi

4.6.1 Validasi Data Pasang Surut

Validasi data pasang surut dilakukan untuk mengetahui valid tidaknya data pasang surut yang telah di input ke Delft3d. Jika hasil output dari Delft3d sesuai dengan data yang sebenarnya maka simulasi dapat dilanjutkan, namun jika output tidak sesuai dengan data yang sebenarnya maka simulasi tidak dapat dilakukan. Data pasang surut yang di input yaitu selama 1 bulan mulai dari tanggal 09-06-2016 jam 00.00 sampai 08-07-2016 23.00. Dari hasil simulasi di dapatkan error sebesar 0.04%. Dari error sebesar 0.04% bisa dikatakan data hasil simulasi dan data sebenarnya valid. Berikut hasil validasi hasil simulasi dan data sebenarnya :



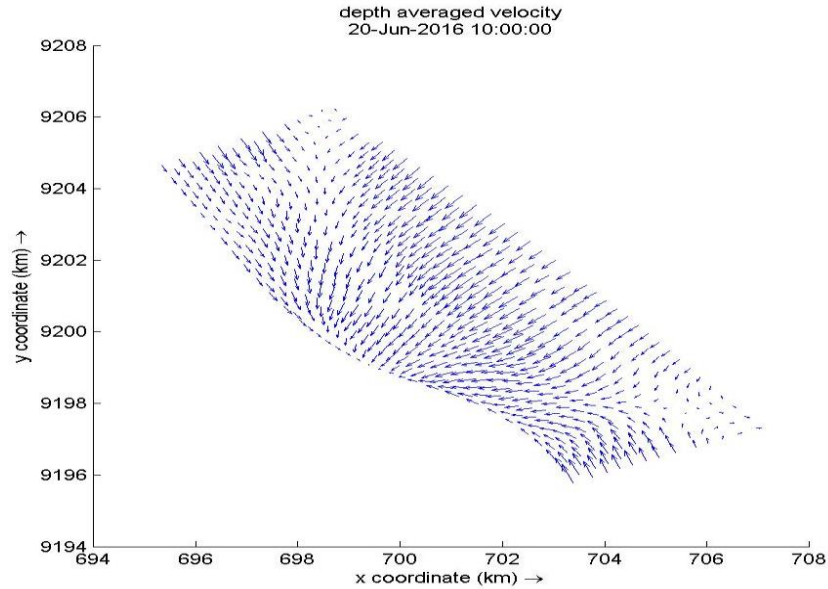
Gambar 4.15 Data pengamatan pasang surut



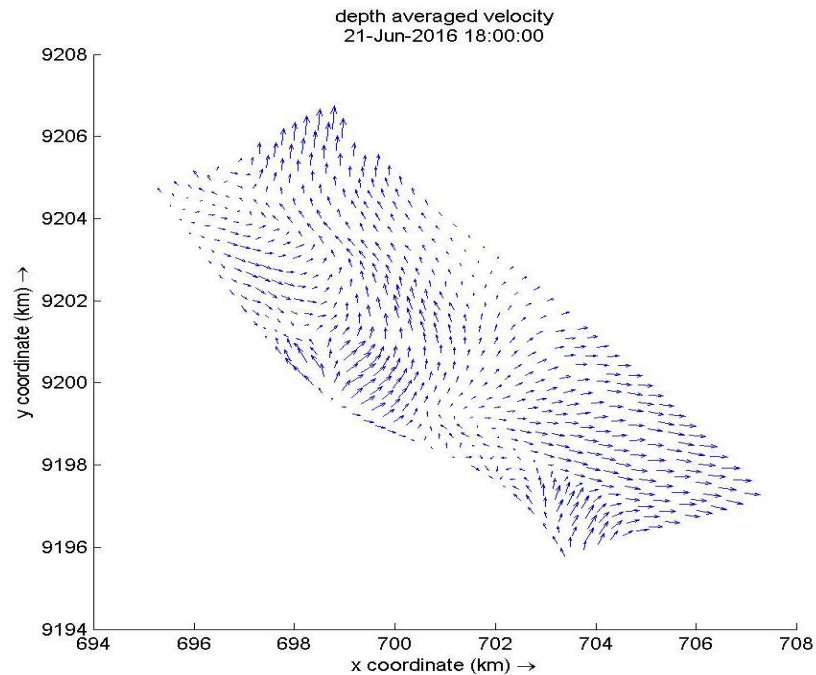
Gambar 4.16 Pasang surut hasil simulasi

4.6.2 Pola Arus

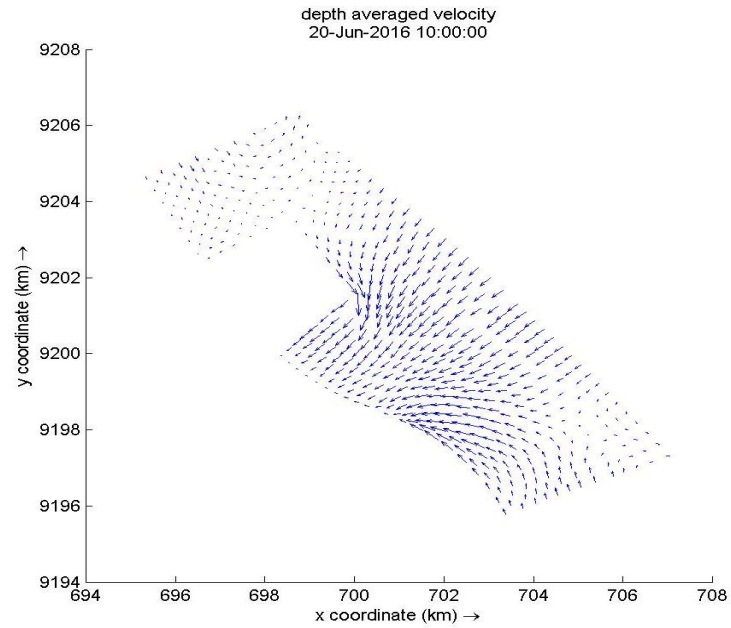
Berdasarkan hasil simulasi Delft3d, pada saat pasang tertinggi terjadi pada tanggal 20-06-2016 jam 10.00 yaitu arah arus menuju pantai dan surut terendah terjadi pada tanggal 21-06-2016 jam 18.00 yaitu arah arus menuju laut lepas. Kondisi pasang tertinggi dan surut terendah pada saat kondisi eksisting maupun reklamasi dapat dilihat pada gambar berikut :



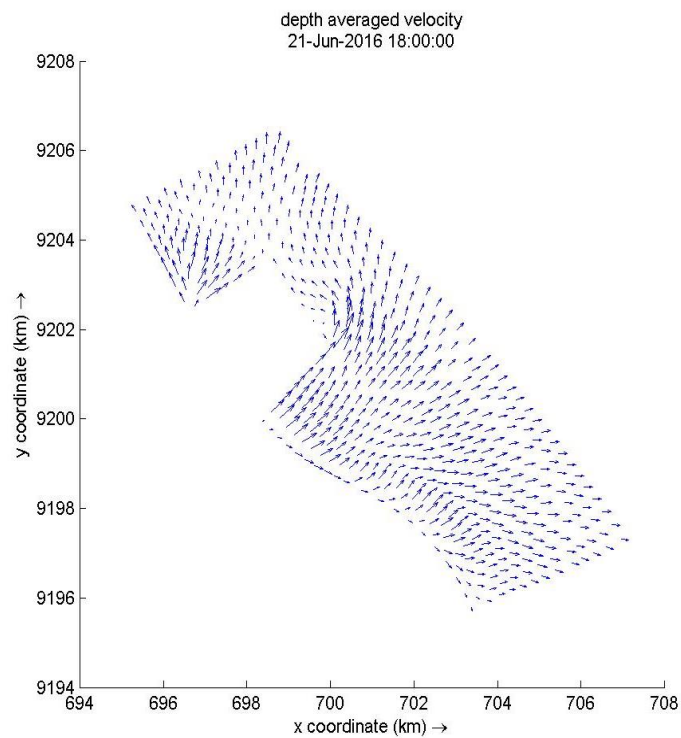
Gambar 4.17 pola arus pasang tertinggi eksisting



Gambar 4.18 pola arus surut terendah eksisting



Gambar 4.19 pola arus pasang tertinggi kondisi reklamasi

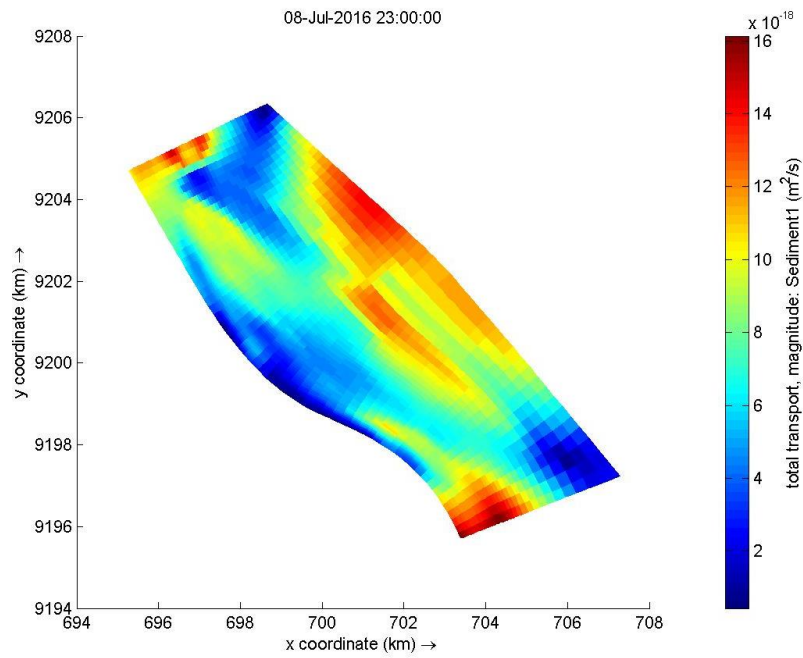


Gambar 4.20 Pola arus surut terendah reklamasi

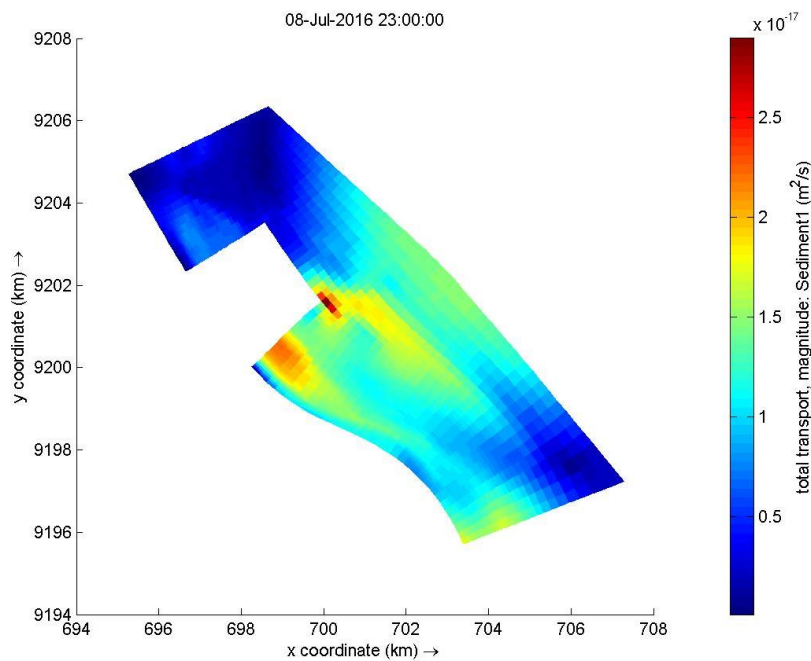
4.6.3 Kondisi *Transport Sedimen*

Kondisi *transport sedimen* untuk menunjukkan seberapa besar gerakan dari sedimen per satuan waktu. Berikut kondisi transport sedimen pada saat kondisi eksisting dan setelah Reklamasi. Dari awal simulasi sampai akhir simulasi, maka

hasil yang diambil pada saat akhir simulasi Karena pada akhir simulasi menunjukan semua hasil simulasi dari awal sampai akhir.



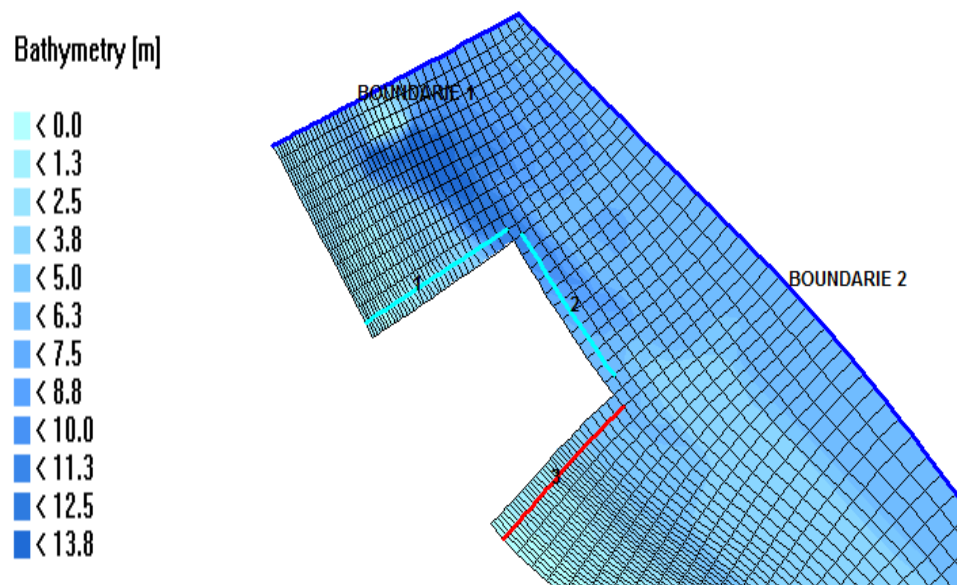
Gambar 4.21 Total *transport* kondisi eksisting



Gambar 4.22 Total *transport* reklamasi

4.6.4 Perubahan Morfologi

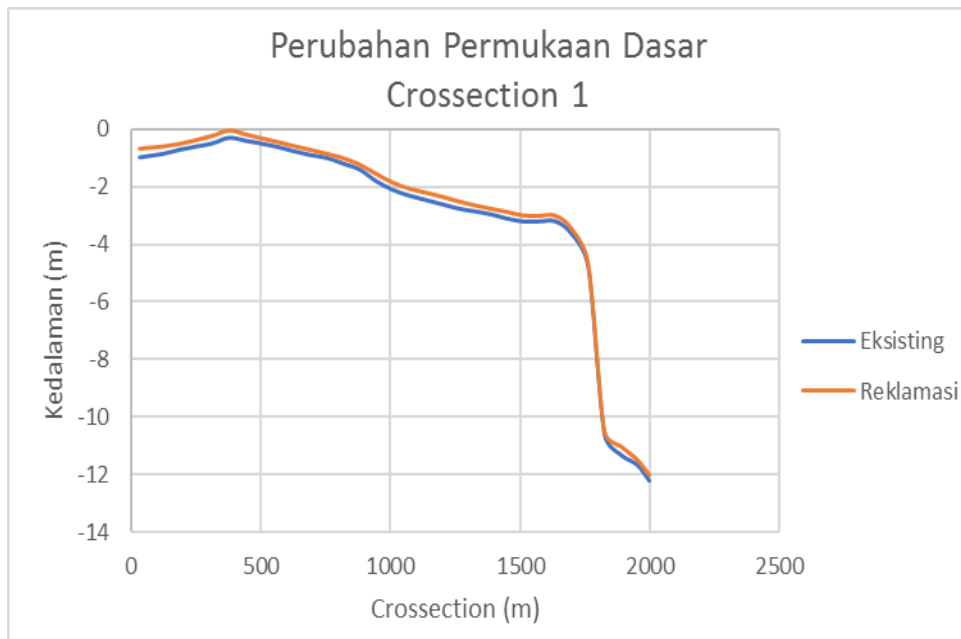
Perubahan morfologi merupakan penurunan atau pendangkalan permukaan dasar akibat adanya sedimentasi atau erosi yang dipengaruhi oleh beberapa factor seperti *transport* sedimen, pola arus, dan kecepatan arus. Masing – masing saat kondisi eksisting dan Reklamasi tedapat 3 crossection di kedalaman yang berbeda. Berikut gambar letak crossection di tiap-tiap model :



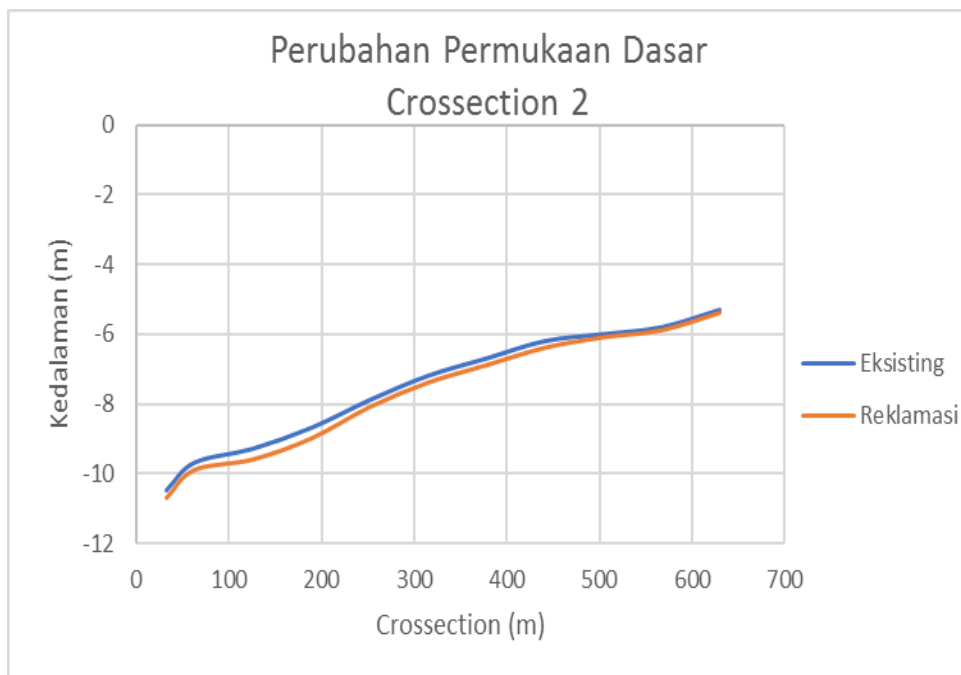
Gambar 4.23 Letak *Crossection*

4.6.5 Perbandingan perubahan Permukaan Dasar

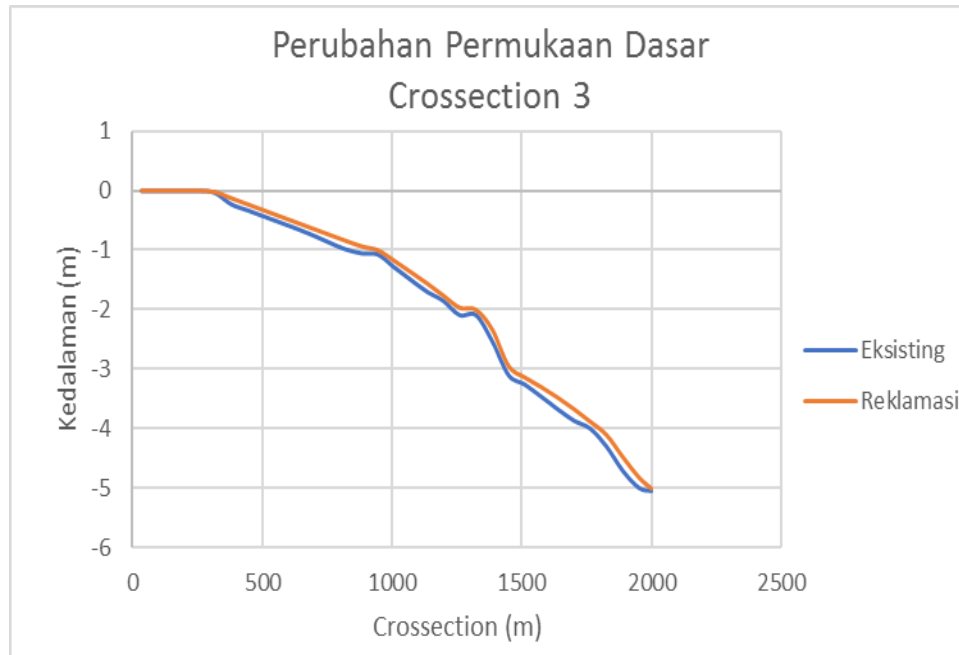
Perbandingan yang dilakukan yaitu perbandingan perubahan morfologi antara kondisi *eksisting* dan Reklamasi. Berikut hasil perbandingan permukaan dasar sebelum dan sesudah Reklamasi :



Gambar 4.24 Grafik perubahan permukaan dasar crossection 1



Gambar 4.25 Grafik perubahan permukaan dasar crossection 2



Gambar 4.26 Grafik perubahan permukaan dasar crossection 3

Dari hasil perbandingan garfik diatas, maka dapat diketahui selisihnya. (+) menandakan bahwa di area tersebut tersedimentasi, dan (-) menandakan bahwa di area tersebut tererosi. Berikut tabel selisih permukaan dasar laut :

Tabel 4.3 Perbandingan perubahan morfologi

Titik Obeservasi	Selisih Permukaan Dasar (m)
Crossection 1	0.22 m
Crossection 2	-0.19 m
Crossection 3	0.11 m

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- a) Pola arus yang terjadi yaitu saat pasang tertinggi arus menuju ke arah pantai sedangkan pada saat surut terendah menuju laut lepas. pola arus setelah adanya Reklamasi mengalami perubahan.
- b) Perubahan permukaan dasar yang terjadi sebelum dan setelah reklamasi di tiap crossection yaitu dengan selisih pada crossection 1 = 0.22 m, crossection 2 = -0.19 m, dan crossection 3 = 0.11 m . Tanda (+) menunjukan di daerah tersebut terjadi sedimentasi, dan (-) di daerah tersebut mengalami erosi.
- c) Keadaan setelah adanya reklamasi yang terjadi yaitu pada crossection 1 mengalami sedimentasi, crossection 2 mengalami erosi, dan crossection 3 mengalami sedimentasi, nilai selisih sangatlah kecil sehingga erosi dan sedimentasi yang terjadi setelah adanya reklamasi tidak terlalu signifikan.

5.2 Saran

- a) Pada penelitian selanjutnya sebaiknya semua parameter yang ada di Delft3d di input lebih detail .
- b) Pada penelitian selanjutnya sebaiknya volume sedimentasi dilakukan validasi, untuk mengecek apakah benar terjadi erosi atau sedimentasi.
- c) Sebaiknya pada penelitian selanjutnya memperbanyak daerah yang akan ditinjau (crossection).

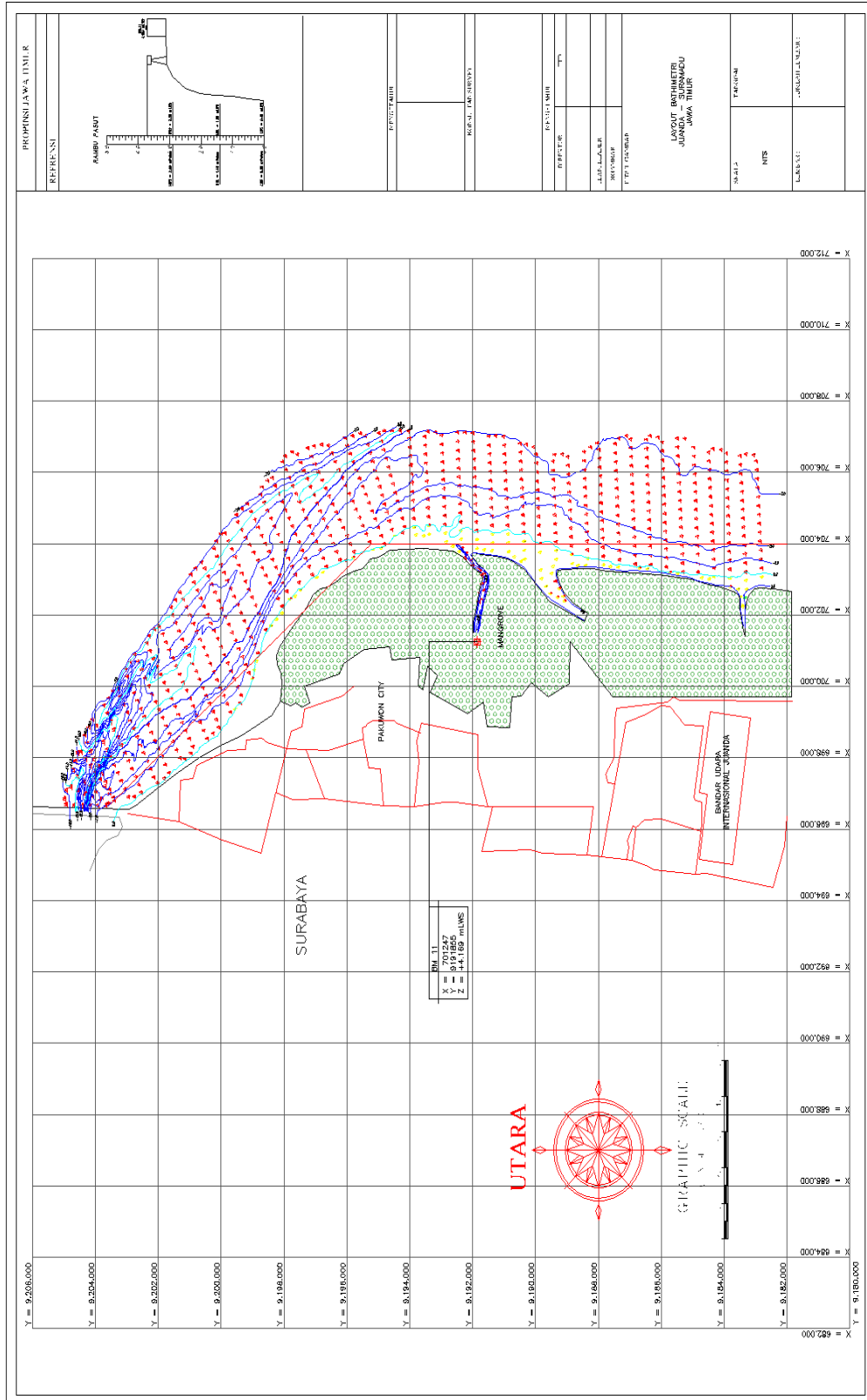
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Mahmud. 2011. *Buku Ajar Hidrologi Teknik Program Hibah Penulisan Buku Ajar Tahun 2011*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Achmadi, Bambang. 2013. *Studi Dampak Reklamasi di Kawasan Kenjeran dengan Penekanan Pada Pola Arus dan Transpor Sedimen*. Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.
- Arizal, 2011. *Pemodelan Numerik Perubahan Morfologi Dasar Pantai Singkil dengan Menggunakan DELFT3D*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Balai Teknologi Pantai. 2015. *Morfodinamika Pantai akibat Efek Reklamasi Di Teluk Jakarta*. Jakarta : Balai Pantai.
- Damerianne, Happy. 2013. *Analisa Laju Sedimentasi Di Kanal Cooling Intake PLTGU GRTI (PT. INDONESIA POWER UNIT BISNIS PEMBANGKITAN)*. Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.
- Deltares. 2011. *Users Guide For Simulation of Multi-Dimensional Hydrodynamics Flow and Transport Phenomena, Including Sediment*. Deltares. The Netherland.
- Fiqyh, Trisnawan. 2010. *Studi Laju Sedimentasi Akibat Dampak Reklamasi Di Teluk Lamong Gresik*. Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.
- Hamisi, Darius A. *Reklamasi Pantai dan Dampaknya Terhadap Wilayah Pesisir*. <http://www.daxr.blogspot.com>. (diunggah Februari 2017).
- Kurniawan Yusak, 2016. *Analisa Laju Sedimentasi di Arena Terminal LNG BP. Tangguh*. Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.

- McAnally, William H., Julia F. Haydel, Gaurav Savant. 2004. *Port Sedimentation Solutions for the Tennessee-Tombigbee Waterway in Mississippi. Missisipi.*
- Oktavia, Kurnia. 2010. *Analisa Sedimentasi Pada Muara sungai Komering Kota Palembang.* Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil . Universitas Sriwijaya.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.40/PRT/M/2007.*
- Poerbandono dan Djunarsjah, E. 2005. *Survei Hidrografi Refika Aditama Bandung.*
- Pratikto, Darmono, dan Suntoyo . 1997. *Struktur Perlindungan Pantai.*
- Putra, AS. 2010. *Proses Sedimentasi di Muara Sungai Batang Arau, Kota Padang.* Pekanbaru. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.
- Ronggodigdo, S. 2011. *Kajian Sedimentasi Serta Hubungannya Terhadap Pendangkalan di Muara Sungai Belawan.* Tugas Akhir Departemen Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Sumatera Utara.
- Salim, Hang Tuah. *Konsep Reklamasi Pantai Berwawasan Lingkungan.* Indo Pos 7 Desember 2009.
- Steady dan Fatturahman A. 2007. Proses Sedimentasi Sungai Kalijaga dan Sungai Sukolilo di Perairan Cirebon. *Jurnal Geologi Kelautan.*
- Suntoyo, 2016. *Penelitian Tesis Perairan Bandara Juanda hingga Jembatan Suramadu Surabaya Jawa Timur.* Laporan Survey.
- Syarifullah, Rikan. 2015. *Perubahan Morfologi Profil Pantai Akibat Pengaruh Cross-shore Sediment Transport.* Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai.* Yogyakarta: Beta Offset.
- Widada, Sugeng. 2014. *Prediksi Perubahan Arus Akibat Reklamasi Breakwater Barat Pelabuhan Tanjung Emas Semarang dengan Pendekatan Model Matematik.* Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.

DATA BATIMETRI



LAMPIRAN 2

DATA PENGAMATAN PASANG SURUT

No.	Tanggal		Bacaan Skala pada jam																							Jumlah		
			00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Bacaan rata2/jam	Bacaan
1	9	Juni	1600	1900	2100	2100	2100	2000	2000	2000	2100	2200	2400	2760	2880	2830	2620	2300	2100	1700	1300	1000	900	800	900	1200	4580	190.833
2	10	Juni	1400	1700	1900	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2200	2300	2440	2680	2780	2630	2500	2200	2000	1600	1300	1100	1000	1000	1000	4641	193.375
3	11	Juni	1300	1600	1700	1900	2100	2200	2200	2200	2090	2010	2040	2160	2300	2420	2520	2400	2200	2100	1800	1600	1400	1200	1100	1100	4554	189.750
4	12	Juni	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2300	2300	2300	2180	2000	1880	1960	2080	2230	2300	2100	2100	1900	1800	1600	1500	1300	1300	4534	188.917
5	13	Juni	1300	1400	1500	1700	1900	2100	2300	2492	2550	2350	2180	1980	1780	1760	1900	1930	1910	1900	1900	1800	1700	1600	1500	1500	4534	188.925
6	14	Juni	1400	1400	1500	1700	1900	2100	2300	2400	2628	2600	2330	2050	1820	1650	1700	1700	1700	1800	1800	1900	1900	1800	1800	1600	4548	189.492
7	15	Juni	1500	1500	1500	1600	1800	2000	2300	2500	2600	2690	2400	2200	2000	1800	1600	1500	1500	1500	1500	1700	1800	1900	1900	1800	4549	189.542
8	16	Juni	1700	1600	1600	1600	1800	2000	2300	2500	2600	2700	2600	2400	2100	1800	1500	1300	1200	1300	1400	1600	1800	1900	2000	1900	4520	188.333
9	17	Juni	1800	1700	1700	1700	1800	2000	2200	2500	2700	2800	2700	2500	2200	1900	1500	1200	1100	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2000	4510	187.917
10	18	Juni	1900	1800	1700	1700	1800	1900	2200	2500	2700	2900	2900	2700	2400	2000	1600	1200	1000	900	1000	1200	1500	1700	1900	2000	4510	187.917
11	19	Juni	2000	1900	1800	1700	1800	1900	2100	2400	2700	2900	3000	2900	2600	2200	1800	1300	1000	800	800	1000	1200	1500	1800	2000	4510	187.917
12	20	Juni	2000	2000	1900	1800	1800	1800	2000	2300	2600	2900	3100	3000	2800	2500	2000	1500	1100	800	700	800	1100	1400	1700	1900	4550	189.583
13	21	Juni	2000	2000	1900	1800	1800	1800	1900	2200	2500	2800	3000	3100	3000	2700	2200	1700	1300	900	700	700	900	1200	1500	1800	4540	188.167
14	22	Juni	2000	2000	2000	1900	1800	1800	1900	2000	2300	2600	2900	3100	3100	2900	2500	2000	1500	1100	800	700	800	1000	1300	1600	4560	190.000
15	23	Juni	1900	2000	2100	2000	1900	1800	1800	1900	2100	2400	2700	2900	3000	2900	2700	2300	1800	1300	1000	800	800	900	1200	1500	4570	190.417
16	24	Juni	1600	1900	2100	2100	2100	2000	2000	2000	2100	2200	2400	2760	2890	2830	2620	2300	2100	1700	1300	1000	900	800	900	1200	4580	190.833
17	25	Juni	1400	1700	1900	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2200	2300	2440	2660	2780	2630	2500	2200	2000	1600	1300	1100	1000	1000	1000	4641	193.375
18	26	Juni	1300	1500	1700	1900	2100	2200	2200	2200	2090	2010	2040	2160	2300	2420	2520	2400	2200	2100	1800	1600	1400	1200	1100	1100	4554	188.750
19	27	Juni	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2300	2300	2300	2180	2000	1880	1960	2080	2230	2300	2100	2100	1900	1800	1600	1500	1300	1300	4534	188.917
20	28	Juni	1300	1400	1500	1700	1900	2100	2300	2492	2550	2350	2180	1990	1780	1760	1900	1930	1910	1900	1900	1900	1800	1700	1600	1500	4534	188.925
21	29	Juni	1400	1400	1500	1700	1900	2100	2300	2400	2628	2600	2330	2050	1820	1650	1700	1700	1700	1800	1800	1900	1900	1800	1800	1600	4548	189.492
22	30	Juni	1500	1500	1500	1600	1800	2000	2300	2500	2600	2690	2400	2200	2000	1800	1600	1500	1500	1500	1700	1800	1900	1900	1800	1800	4549	189.542
23	1	juli	1700	1600	1600	1600	1800	2000	2300	2500	2600	2700	2600	2400	2100	1800	1500	1300	1200	1300	1400	1600	1800	1900	2000	1900	4520	188.333
24	2	juli	1800	1700	1700	1700	1800	2000	2200	2500	2700	2800	2700	2500	2200	1900	1500	1200	1100	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2000	4510	187.917
25	3	juli	1900	1800	1700	1700	1800	1900	2200	2500	2700	2900	2900	2700	2400	2000	1600	1200	1000	900	1000	1200	1500	1700	1900	2000	4510	187.917
26	4	juli	2000	1900	1800	1700	1800	1900	2100	2400	2700	2900	3000	2900	2600	2200	1800	1300	1000	800	800	1000	1200	1500	1800	2000	4510	187.917
27	5	juli	2000	2000	1900	1800	1800	1800	2000	2300	2600	2900	3100	3000	2800	2500	2000	1500	1100	800	700	800	1100	1400	1700	1900	4550	189.583
28	6	juli	2000	2000	1900	1800	1800	1800	1900	2200	2500	2800	3000	3100	3000	2700	2200	1700	1300	900	700	700	900	1200	1500	1800	4540	188.167
29	7	juli	2000	2000	2000	1900	1800	1800	1900	2000	2300	2600	2900	3100	3100	2900	2500	2000	1500	1100	800	700	800	1000	1300	1600	4560	190.000
30	8	juli	1900	2000	2100	2000	1900	1800	1800	1900	2100	2400	2700	2900	3000	2900	2700	2300	1800	1300	1000	800	800	900	1200	1500	4570	190.417
Keterangan :																												
Air Tertinggi			:	310.00																					cm			
Air Terendah			:	70.00																					cm			
MSL			:	189.18																					cm			
Fluktuasi Muka Air			:	240.00																					cm			

LAMPIRAN 3

DATA VALIDASI PASANG SURUT

Jam	Data pengamatan	Hasil Input Delft3d	Selisih (error)
1	1.6	1.60	0.00
2	1.9	1.91	-0.01
3	2.1	2.07	0.03
4	2.1	2.08	0.02
5	2.1	2.12	-0.02
6	2	2.02	-0.02
7	2	1.99	0.01
8	2	1.98	0.02
9	2.1	2.12	-0.02
10	2.2	2.22	-0.02
11	2.4	2.40	0.00
12	2.76	2.75	0.01
13	2.89	2.87	0.02
14	2.83	2.79	0.04
15	2.62	2.60	0.02
16	2.3	2.29	0.01
17	2.1	2.13	-0.03
18	1.7	1.70	0.00
19	1.3	1.28	0.02
20	1	1.02	-0.02
21	0.9	0.89	0.01
22	0.8	0.81	-0.01
23	0.9	0.91	-0.01
24	1.2	1.19	0.01
25	1.4	1.41	-0.01
26	1.7	1.70	0.00
27	1.9	1.88	0.02
28	2.1	2.11	-0.01
29	2.1	2.11	-0.01
30	2.1	2.10	0.00
31	2.1	2.08	0.02
32	2.1	2.09	0.01
33	2.1	2.12	-0.02
34	2.2	2.21	-0.01
35	2.3	2.29	0.01
36	2.44	2.43	0.01
37	2.66	2.65	0.01
38	2.78	2.78	0.00
39	2.63	2.63	0.00
40	2.5	2.48	0.02

41	2.2	2.20	0.00
42	2	2.02	-0.02
43	1.6	1.60	0.00
44	1.3	1.31	-0.01
45	1.1	1.12	-0.02
46	1	0.99	0.01
47	1	1.00	0.00
48	1.1	1.10	0.00
49	1.3	1.31	-0.01
50	1.5	1.51	-0.01
51	1.7	1.70	0.00
52	1.9	1.90	0.00
53	2.1	2.10	0.00
54	2.2	2.19	0.01
55	2.2	2.19	0.01
56	2.2	2.20	0.00
57	2.09	2.09	0.00
58	2.01	2.01	0.00
59	2.04	2.04	0.00
60	2.16	2.16	0.00
61	2.3	2.30	0.00
62	2.42	2.42	0.00
63	2.52	2.51	0.01
64	2.4	2.40	0.01
65	2.2	2.19	-0.12
66	2.1	2.10	-0.05
67	1.8	1.79	0.00
68	1.6	1.60	-0.02
69	1.4	1.40	-0.01
70	1.2	1.19	0.00
71	1.1	1.10	-0.01
72	1.1	1.11	0.00
73	1.2	1.21	-0.01
74	1.4	1.41	-0.01
75	1.6	1.59	0.01
76	1.8	1.80	0.00
77	2	2.01	-0.01
78	2.2	2.21	-0.01
79	2.3	2.28	0.02
80	2.3	2.29	0.01
81	2.3	2.31	-0.01
82	2.18	2.18	0.00
83	2	2.00	0.00
84	1.89	1.89	0.00

85	1.96	1.97	-0.01
86	2.08	2.08	0.00
87	2.23	2.21	0.02
88	2.3	2.29	0.01
89	2.1	2.08	0.02
90	2.1	2.11	-0.01
91	1.9	1.90	0.00
92	1.8	1.79	0.01
93	1.6	1.60	0.00
94	1.5	1.53	-0.03
95	1.3	1.28	0.02
96	1.3	1.32	-0.02
97	1.3	1.30	0.00
98	1.4	1.39	0.01
99	1.5	1.48	0.02
100	1.7	1.73	-0.03
101	1.9	1.90	0.00
102	2.1	2.10	0.00
103	2.3	2.32	-0.02
104	2.492	2.50	-0.01
105	2.55	2.55	0.00
106	2.35	2.34	0.01
107	2.18	2.17	0.01
108	1.99	2.00	-0.01
109	1.78	1.79	0.00
110	1.76	1.76	0.00
111	1.9	1.90	0.00
112	1.93	1.92	0.01
113	1.91	1.90	0.01
114	1.9	1.91	-0.01
115	1.9	1.91	-0.01
116	1.9	1.89	0.01
117	1.8	1.79	0.01
118	1.7	1.71	-0.01
119	1.6	1.60	0.00
120	1.5	1.49	0.01
121	1.4	1.40	0.00
122	1.4	1.41	-0.01
123	1.5	1.49	0.01
124	1.7	1.71	-0.01
125	1.9	1.90	0.00

126	2.1	2.09	0.01
127	2.3	2.29	0.01
128	2.4	2.41	-0.01
129	2.628	2.63	0.00
130	2.6	2.61	-0.01
131	2.33	2.31	0.02
132	2.05	2.02	0.03
133	1.82	1.83	-0.01
134	1.65	1.66	-0.01
135	1.7	1.69	0.01
136	1.7	1.69	0.01
137	1.7	1.72	-0.02
138	1.8	1.81	-0.01
139	1.8	1.78	0.02
140	1.9	1.91	-0.01
141	1.9	1.92	-0.02
142	1.8	1.79	0.01
143	1.8	1.80	0.00
144	1.6	1.60	0.00
145	1.5	1.51	-0.01
146	1.5	1.50	0.00
147	1.5	1.50	0.00
148	1.6	1.62	-0.02
149	1.8	1.80	0.00
150	2	1.99	0.01
151	2.3	2.29	0.01
152	2.5	2.52	-0.02
153	2.6	2.61	-0.01
154	2.69	2.67	0.02
155	2.4	2.39	0.01
156	2.2	2.17	0.03
157	2	2.01	-0.01
158	1.8	1.81	-0.01
159	1.6	1.59	0.01
160	1.5	1.51	-0.01
161	1.5	1.52	-0.02
162	1.5	1.47	0.03
163	1.7	1.72	-0.02
164	1.8	1.81	-0.01
165	1.9	1.89	0.01
166	1.9	1.89	0.01
167	1.9	1.92	-0.02
168	1.8	1.80	0.00
169	1.7	1.68	0.02
170	1.6	1.60	0.00

171	1.6	1.62	-0.02
172	1.6	1.58	0.02
173	1.8	1.81	-0.01
174	2	2.01	-0.01
175	2.3	2.29	0.01
176	2.5	2.49	0.01
177	2.6	2.57	0.03
178	2.7	2.69	0.01
179	2.6	2.62	-0.02
180	2.4	2.39	0.01
181	2.1	2.11	-0.01
182	1.8	1.81	-0.01
183	1.5	1.52	-0.02
184	1.3	1.32	-0.02
185	1.2	1.20	0.00
186	1.3	1.31	-0.01
187	1.4	1.39	0.01
188	1.6	1.61	-0.01
189	1.8	1.80	0.00
190	1.9	1.89	0.01
191	2	1.99	0.01
192	1.9	1.91	-0.01
193	1.8	1.81	-0.01
194	1.7	1.70	0.00
195	1.7	1.70	0.00
196	1.7	1.70	0.00
197	1.8	1.80	0.00
198	2	1.99	0.01
199	2.2	2.19	0.01
200	2.5	2.51	-0.01
201	2.7	2.69	0.01
202	2.8	2.80	0.00
203	2.7	2.68	0.02
204	2.5	2.47	0.03
205	2.2	2.20	0.00
206	1.9	1.92	-0.02
207	1.5	1.50	0.00
208	1.2	1.20	0.00
209	1.1	1.12	-0.02
210	1.1	1.09	0.01
211	1.2	1.21	-0.01
212	1.4	1.40	0.00
213	1.6	1.58	0.02
214	1.8	1.81	-0.01
215	2	2.01	-0.01

216	2	1.98	0.02
217	1.9	1.89	0.01
218	1.8	1.84	-0.04
219	1.7	1.71	-0.01
220	1.7	1.68	0.02
221	1.8	1.81	-0.01
222	1.9	1.91	-0.01
223	2.2	2.19	0.01
224	2.5	2.50	0.00
225	2.7	2.68	0.02
226	2.9	2.88	0.02
227	2.9	2.89	0.01
228	2.7	2.69	0.01
229	2.4	2.41	-0.01
230	2	1.99	0.01
231	1.6	1.59	0.01
232	1.2	1.19	0.01
233	1	1.02	-0.02
234	0.9	0.89	0.01
235	1	1.00	0.00
236	1.2	1.19	0.01
237	1.5	1.52	-0.02
238	1.7	1.70	0.00
239	1.9	1.90	0.00
240	2	2.00	0.00
241	2	1.99	0.01
242	1.9	1.89	0.01
243	1.8	1.80	0.00
244	1.7	1.71	-0.01
245	1.8	1.81	-0.01
246	1.9	1.89	0.01
247	2.1	2.09	0.01
248	2.4	2.41	-0.01
249	2.7	2.72	-0.02
250	2.9	2.89	0.01
251	3	2.99	0.01
252	2.9	2.86	0.04
253	2.6	2.57	0.03
254	2.2	2.18	0.02
255	1.8	1.82	-0.02
256	1.3	1.29	0.01
257	1	0.99	0.01
258	0.8	0.81	-0.01
259	0.8	0.79	0.01
260	1	1.01	-0.01

261	1.2	1.19	0.01
262	1.5	1.51	-0.01
263	1.8	1.80	0.00
264	2	1.98	0.02
265	2	1.99	0.01
266	2	2.02	-0.02
267	1.9	1.91	-0.01
268	1.8	1.78	0.02
269	1.8	1.80	0.00
270	1.8	1.81	-0.01
271	2	2.00	0.00
272	2.3	2.29	0.01
273	2.6	2.60	0.00
274	2.9	2.88	0.02
275	3.1	3.10	0.00
276	3	2.98	0.02
277	2.8	2.79	0.01
278	2.5	2.47	0.03
279	2	1.99	0.01
280	1.5	1.52	-0.02
281	1.1	1.10	0.00
282	0.8	0.80	0.00
283	0.7	0.71	-0.01
284	0.8	0.80	0.00
285	1.1	1.12	-0.02
286	1.4	1.38	0.02
287	1.7	1.71	-0.01
288	1.9	1.91	-0.01
289	2	1.99	0.01
290	2	1.99	0.01
291	1.9	1.91	-0.01
292	1.8	1.81	-0.01
293	1.8	1.79	0.01
294	1.8	1.78	0.02
295	1.9	1.91	-0.01
296	2.2	2.22	-0.02
297	2.5	2.51	-0.01
298	2.8	2.77	0.03
299	3	2.97	0.03
300	3.1	3.06	0.04
301	3	2.98	0.02
302	2.7	2.68	0.02
303	2.2	2.20	0.00
304	1.7	1.72	-0.02
305	1.3	1.31	-0.01

306	0.9	0.89	0.01
307	0.7	0.71	-0.01
308	0.7	0.69	0.01
309	0.9	0.92	-0.02
310	1.2	1.18	0.02
311	1.5	1.51	-0.01
312	1.8	1.81	-0.01
313	2	1.98	0.02
314	2	1.99	0.01
315	2	2.02	-0.02
316	1.9	1.92	-0.02
317	1.8	1.78	0.02
318	1.8	1.80	0.00
319	1.9	1.92	-0.02
320	2	1.99	0.01
321	2.3	2.29	0.01
322	2.6	2.60	0.00
323	2.9	2.90	0.00
324	3.1	3.11	-0.01
325	3.1	3.10	0.00
326	2.9	2.89	0.01
327	2.5	2.47	0.03
328	2	1.98	0.02
329	1.5	1.52	-0.02
330	1.1	1.10	0.00
331	0.8	0.79	0.01
332	0.7	0.71	-0.01
333	0.8	0.79	0.01
334	1	1.01	-0.01
335	1.3	1.28	0.02
336	1.6	1.61	-0.01
337	1.9	1.92	-0.02
338	2	1.98	0.02
339	2.1	2.09	0.01
340	2	2.01	-0.01
341	1.9	1.91	-0.01
342	1.8	1.80	0.00
343	1.8	1.79	0.01
344	1.9	1.91	-0.01
345	2.1	2.10	0.00
346	2.4	2.40	0.00
347	2.7	2.69	0.01
348	2.9	2.88	0.02
349	3	2.99	0.01
350	2.9	2.88	0.02

351	2.7	2.69	0.01
352	2.3	2.29	0.01
353	1.8	1.81	-0.01
354	1.3	1.31	-0.01
355	1	1.01	-0.01
356	0.8	0.80	0.00
357	0.8	0.80	0.00
358	0.9	0.90	0.00
359	1.2	1.22	-0.02
360	1.5	1.49	0.01
361	1.6	1.59	0.01
362	1.9	1.95	-0.05
363	2.1	2.10	0.00
364	2.1	2.05	0.05
365	2.1	2.09	0.01
366	2	2.03	-0.03
367	2	2.02	-0.02
368	2	1.97	0.03
369	2.1	2.09	0.01
370	2.2	2.23	-0.03
371	2.4	2.43	-0.03
372	2.76	2.77	-0.01
373	2.89	2.88	0.01
374	2.83	2.78	0.05
375	2.62	2.57	0.05
376	2.3	2.27	0.03
377	2.1	2.14	-0.04
378	1.7	1.72	-0.02
379	1.3	1.27	0.03
380	1	1.03	-0.03
381	0.9	0.89	0.01
382	0.8	0.81	-0.01
383	0.9	0.91	-0.01
384	1.2	1.18	0.02
385	1.4	1.42	-0.02
386	1.7	1.70	0.00
387	1.9	1.87	0.03
388	2.1	2.11	-0.01
389	2.1	2.12	-0.02
390	2.1	2.10	0.00
391	2.1	2.08	0.02
392	2.1	2.09	0.01
393	2.1	2.13	-0.03
394	2.2	2.22	-0.02
395	2.3	2.29	0.01

396	2.44	2.43	0.01
397	2.66	2.65	0.01
398	2.78	2.78	0.00
399	2.63	2.63	0.00
400	2.5	2.48	0.02
401	2.2	2.20	0.00
402	2	2.01	-0.01
403	1.6	1.60	0.00
404	1.3	1.31	-0.01
405	1.1	1.11	-0.01
406	1	1.00	0.00
407	1	1.00	0.00
408	1.1	1.10	0.00
409	1.3	1.31	-0.01
410	1.5	1.51	-0.01
411	1.7	1.71	-0.01
412	1.9	1.91	-0.01
413	2.1	2.10	0.00
414	2.2	2.19	0.01
415	2.2	2.19	0.01
416	2.2	2.21	-0.01
417	2.09	2.10	-0.01
418	2.01	2.01	0.00
419	2.04	2.04	0.00
420	2.16	2.16	0.00
421	2.3	2.31	-0.01
422	2.42	2.42	0.00
423	2.52	2.51	0.01
424	2.4	2.40	0.00
425	2.2	2.19	0.01
426	2.1	2.10	0.00
427	1.8	1.79	0.01
428	1.6	1.60	0.00
429	1.4	1.40	0.00
430	1.2	1.19	0.01
431	1.1	1.10	0.00
432	1.1	1.11	-0.01
433	1.2	1.21	-0.01
434	1.4	1.41	-0.01
435	1.6	1.59	0.01
436	1.8	1.80	0.00
437	2	2.01	-0.01
438	2.2	2.21	-0.01
439	2.3	2.28	0.02
440	2.3	2.28	0.02

441	2.3	2.31	-0.01
442	2.18	2.18	0.00
443	2	2.00	0.00
444	1.89	1.89	0.00
445	1.96	1.97	-0.01
446	2.08	2.08	0.00
447	2.23	2.21	0.02
448	2.3	2.29	0.01
449	2.1	2.08	0.02
450	2.1	2.11	-0.01
451	1.9	1.90	0.00
452	1.8	1.79	0.01
453	1.6	1.60	0.00
454	1.5	1.53	-0.03
455	1.3	1.28	0.02
456	1.3	1.32	-0.02
457	1.3	1.30	0.00
458	1.4	1.39	0.01
459	1.5	1.52	-0.02
460	1.7	1.70	0.00
461	1.9	1.89	0.01
462	2.1	2.09	0.01
463	2.3	2.32	-0.02
464	2.492	2.51	-0.02
465	2.55	2.54	0.01
466	2.35	2.32	0.03
467	2.18	2.17	0.01
468	1.99	2.01	-0.02
469	1.78	1.79	-0.01
470	1.76	1.75	0.01
471	1.9	1.90	0.00
472	1.93	1.93	0.00
473	1.91	1.90	0.01
474	1.9	1.91	-0.01
475	1.9	1.92	-0.02
476	1.9	1.90	0.00
477	1.8	1.79	0.01
478	1.7	1.70	0.00
479	1.6	1.61	-0.01
480	1.5	1.49	0.01
481	1.4	1.39	0.01
482	1.4	1.42	-0.02
483	1.5	1.49	0.01
484	1.7	1.71	-0.01
485	1.9	1.91	-0.01

486	2.1	2.09	0.01
487	2.3	2.28	0.02
488	2.4	2.40	0.00
489	2.628	2.62	0.00
490	2.6	2.62	-0.02
491	2.33	2.32	0.01
492	2.05	2.02	0.03
493	1.82	1.82	0.00
494	1.65	1.66	-0.01
495	1.7	1.69	0.01
496	1.7	1.68	0.02
497	1.7	1.72	-0.02
498	1.8	1.81	-0.01
499	1.8	1.78	0.02
500	1.9	1.90	0.00
501	1.9	1.92	-0.02
502	1.8	1.79	0.01
503	1.8	1.80	0.00
504	1.6	1.60	0.00
505	1.5	1.52	-0.02
506	1.5	1.50	0.00
507	1.5	1.49	0.01
508	1.6	1.62	-0.02
509	1.8	1.80	0.00
510	2	1.98	0.02
511	2.3	2.29	0.01
512	2.5	2.52	-0.02
513	2.6	2.61	-0.01
514	2.69	2.68	0.01
515	2.4	2.39	0.01
516	2.2	2.17	0.03
517	2	2.01	-0.01
518	1.8	1.81	-0.01
519	1.6	1.59	0.01
520	1.5	1.51	-0.01
521	1.5	1.52	-0.02
522	1.5	1.47	0.03
523	1.7	1.71	-0.01
524	1.8	1.81	-0.01
525	1.9	1.89	0.01
526	1.9	1.89	0.01
527	1.9	1.92	-0.02
528	1.8	1.80	0.00
529	1.7	1.68	0.02
530	1.6	1.60	0.00

531	1.6	1.62	-0.02
532	1.6	1.58	0.02
533	1.8	1.81	-0.01
534	2	2.01	-0.01
535	2.3	2.29	0.01
536	2.5	2.49	0.01
537	2.6	2.57	0.03
538	2.7	2.69	0.01
539	2.6	2.62	-0.02
540	2.4	2.39	0.01
541	2.1	2.11	-0.01
542	1.8	1.81	-0.01
543	1.5	1.52	-0.02
544	1.3	1.32	-0.02
545	1.2	1.20	0.00
546	1.3	1.31	-0.01
547	1.4	1.39	0.01
548	1.6	1.60	0.00
549	1.8	1.80	0.00
550	1.9	1.89	0.01
551	2	1.99	0.01
552	1.9	1.91	-0.01
553	1.8	1.81	-0.01
554	1.7	1.70	0.00
555	1.7	1.70	0.00
556	1.7	1.70	0.00
557	1.8	1.80	0.00
558	2	1.99	0.01
559	2.2	2.19	0.01
560	2.5	2.51	-0.01
561	2.7	2.69	0.01
562	2.8	2.80	0.00
563	2.7	2.68	0.02
564	2.5	2.48	0.02
565	2.2	2.20	0.00
566	1.9	1.92	-0.02
567	1.5	1.50	0.00
568	1.2	1.20	0.00
569	1.1	1.12	-0.02
570	1.1	1.09	0.01
571	1.2	1.21	-0.01
572	1.4	1.40	0.00
573	1.6	1.58	0.02
574	1.8	1.81	-0.01
575	2	2.01	-0.01

576	2	1.98	0.02
577	1.9	1.89	0.01
578	1.8	1.84	-0.04
579	1.7	1.71	-0.01
580	1.7	1.68	0.02
581	1.8	1.81	-0.01
582	1.9	1.91	-0.01
583	2.2	2.19	0.01
584	2.5	2.50	0.00
585	2.7	2.68	0.02
586	2.9	2.88	0.02
587	2.9	2.89	0.01
588	2.7	2.69	0.01
589	2.4	2.41	-0.01
590	2	1.99	0.01
591	1.6	1.59	0.01
592	1.2	1.19	0.01
593	1	1.02	-0.02
594	0.9	0.89	0.01
595	1	1.00	0.00
596	1.2	1.19	0.01
597	1.5	1.52	-0.02
598	1.7	1.70	0.00
599	1.9	1.90	0.00
600	2	2.00	0.00
601	2	1.99	0.01
602	1.9	1.89	0.01
603	1.8	1.80	0.00
604	1.7	1.71	-0.01
605	1.8	1.81	-0.01
606	1.9	1.89	0.01
607	2.1	2.09	0.01
608	2.4	2.41	-0.01
609	2.7	2.72	-0.02
610	2.9	2.89	0.01
611	3	2.99	0.01
612	2.9	2.86	0.04
613	2.6	2.57	0.03
614	2.2	2.18	0.02
615	1.8	1.82	-0.02
616	1.3	1.29	0.01
617	1	0.99	0.01
618	0.8	0.81	-0.01
619	0.8	0.79	0.01
620	1	1.01	-0.01

621	1.2	1.19	0.01
622	1.5	1.51	-0.01
623	1.8	1.80	0.00
624	2	1.98	0.02
625	2	1.99	0.01
626	2	2.02	-0.02
627	1.9	1.91	-0.01
628	1.8	1.78	0.02
629	1.8	1.80	0.00
630	1.8	1.81	-0.01
631	2	2.00	0.00
632	2.3	2.29	0.01
633	2.6	2.60	0.00
634	2.9	2.88	0.02
635	3.1	3.10	0.00
636	3	2.98	0.02
637	2.8	2.79	0.01
638	2.5	2.47	0.03
639	2	1.99	0.01
640	1.5	1.52	-0.02
641	1.1	1.10	0.00
642	0.8	0.80	0.00
643	0.7	0.71	-0.01
644	0.8	0.80	0.00
645	1.1	1.12	-0.02
646	1.4	1.38	0.02
647	1.7	1.71	-0.01
648	1.9	1.91	-0.01
649	2	1.99	0.01
650	2	1.99	0.01
651	1.9	1.91	-0.01
652	1.8	1.81	-0.01
653	1.8	1.79	0.01
654	1.8	1.78	0.02
655	1.9	1.91	-0.01
656	2.2	2.22	-0.02
657	2.5	2.51	-0.01
658	2.8	2.77	0.03
659	3	2.97	0.03
660	3.1	3.06	0.04
661	3	2.98	0.02
662	2.7	2.68	0.02
663	2.2	2.20	0.00
664	1.7	1.72	-0.02
665	1.3	1.31	-0.01

666	0.9	0.89	0.01
667	0.7	0.71	-0.01
668	0.7	0.69	0.01
669	0.9	0.92	-0.02
670	1.2	1.18	0.02
671	1.5	1.51	-0.01
672	1.8	1.81	-0.01
673	2	1.98	0.02
674	2	1.99	0.01
675	2	2.02	-0.02
676	1.9	1.92	-0.02
677	1.8	1.78	0.02
678	1.8	1.80	0.00
679	1.9	1.92	-0.02
680	2	1.99	0.01
681	2.3	2.29	0.01
682	2.6	2.60	0.00
683	2.9	2.90	0.00
684	3.1	3.11	-0.01
685	3.1	3.10	0.00
686	2.9	2.89	0.01
687	2.5	2.47	0.03
688	2	1.98	0.02
689	1.5	1.52	-0.02
690	1.1	1.10	0.00
691	0.8	0.79	0.01
692	0.7	0.71	-0.01
693	0.8	0.79	0.01
694	1	1.01	-0.01
695	1.3	1.28	0.02
696	1.6	1.61	-0.01
697	1.9	1.92	-0.02
698	2	1.98	0.02
699	2.1	2.09	0.01
700	2	2.01	-0.01
701	1.9	1.91	-0.01
702	1.8	1.80	0.00
703	1.8	1.79	0.01
704	1.9	1.91	-0.01
705	2.1	2.10	0.00
706	2.4	2.40	0.00
707	2.7	2.69	0.01
708	2.9	2.88	0.02
709	3	2.99	0.01
710	2.9	2.88	0.02

711	2.7	2.69	0.01
712	2.3	2.29	0.01
713	1.8	1.81	-0.01
714	1.3	1.31	-0.01
715	1	1.01	-0.01
716	0.8	0.80	0.00
717	0.8	0.80	0.00
718	0.9	0.90	0.00
719	1.2	1.22	-0.02
720	1.5	1.49	0.01
JUMLAH	1364.2	1363.35	0.64
ERROR	0.047		

LAMPIRAN 4

DATA SEDIMEN

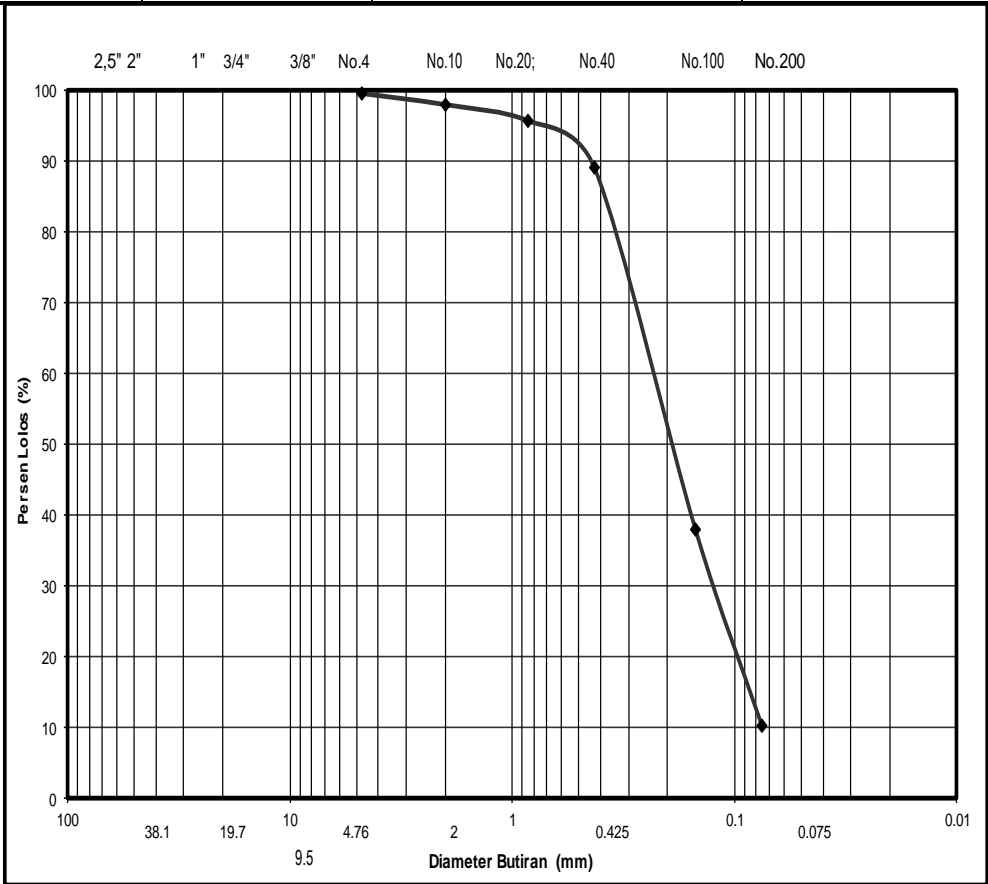
A. Tabel Analisa Pembagian Butir (Gradasi):

Berat tanah kering		=	500	gr
Berat mangkok		=	-	gr
Sieve		Berat Tertahan		%
#	Ø (mm)	(gr)		Tertahan
2.5"	63			% Lolos
1 1/2"	37.5			
1"	25.4			
3/4"	19.1			
3/8"	9.5			
4	4.76	507.00	1.90	0.38
10	2.00	480.40	9.80	1.96
20	0.85	410.20	11.40	2.28
40	0.425	415.50	33.60	6.72
100	0.149	589.90	255.80	51.16
200	0.075	402.00	138.00	27.60
Pan	0.05	382.70	44.20	8.84
			494.70	98.94

B. Komposisi Butiran

1. Kerikil	(%) =	0.38
2. Pasir	(%) =	62.12
3. Butiran halus (lanau-lempung)	(%) =	36.44
4. D. 60		-
5. D. 30		-
6. D. 10		-
7. Coeff. Uniformity (Cu) = D60/D10		-
8. Coeff. Gradation (Cc) = D30 ² /D60xD10		-

KERIKIL		PASIR			BUTIRAN HALUS	
Ukuran Butiran (cm)	5 - 60 mm	KASAR	MEDIUM	HALUS	LANAU	LEMPUNG
Persentase (%)	0.00	99.80			0.12	



LAMPIRAN 5

PERBANDINGAN PERMUKAAN DASAR TIAP CROSSECTION

Crossection (m)	Crossection 1	
	Reklamasi (m)	Eksisting (m)
33	-0.67	-0.98
63	-0.64	-0.94
126	-0.59	-0.85
189	-0.5	-0.71
252	-0.37	-0.6
315	-0.22	-0.49
378	-0.04	-0.3
441	-0.17	-0.4
504	-0.31	-0.5
567	-0.44	-0.62
630	-0.58	-0.77
693	-0.71	-0.9
756	-0.85	-1
819	-1	-1.2
882	-1.22	-1.4
945	-1.54	-1.8
1008	-1.84	-2.1
1071	-2.05	-2.3
1134	-2.19	-2.45
1197	-2.33	-2.6
1260	-2.49	-2.75
1323	-2.63	-2.85
1386	-2.75	-2.95
1449	-2.86	-3.1
1512	-2.99	-3.2
1575	-3	-3.2
1638	-3	-3.2
1701	-3.46	-3.64
1764	-4.66	-4.76
1827	-10.49	-10.59
1890	-11	-11.3
1953	-11.47	-11.65
2000	-12	-12.2
selisih	-2.759393939	-2.978787879
	0.22	

Crossection (m)	Crossection 2	
	Reklamasi (m)	Eksisting (m)
33	-10.7	-10.5
63	-9.9	-9.7
126	-9.6	-9.3
189	-9	-8.7
252	-8.1	-7.9
315	-7.4	-7.2
378	-6.9	-6.7
441	-6.4	-6.2
504	-6.1	-6
567	-5.9	-5.8
630	-5.4	-5.3
selisih	-7.763636364	-7.572727273
	-0.19	

Crossection (m)	Crossection 3	
	Reklamasi (m)	Eksisting (m)
33	0	0
63	0	0
126	0	0
189	0	0
252	0	0
315	-0.02	-0.03
378	-0.12	-0.22
441	-0.23	-0.33
504	-0.33	-0.43
567	-0.43	-0.53
630	-0.53	-0.63
693	-0.63	-0.74
756	-0.74	-0.87
819	-0.84	-0.98
882	-0.93	-1.05
945	-1.00	-1.07
1008	-1.18	-1.29
1071	-1.36	-1.49
1134	-1.56	-1.70
1197	-1.76	-1.85
1260	-1.96	-2.09
1323	-2.00	-2.09
1386	-2.33	-2.53
1449	-2.94	-3.10
1512	-3.14	-3.26
1575	-3.30	-3.46
1638	-3.47	-3.67
1701	-3.66	-3.86
1764	-3.88	-4.00
1827	-4.10	-4.30
1890	-4.47	-4.71
1953	-4.82	-5.00
2000	-5.00	-5.05
selisih	-1.72	-1.83
	0.11	

BIODATA PENULIS



Moh. Iqbal Hidayah lahir di Situbondo, 13 April 1995. Pendidikan formal penulis dimulai dari SD Negeri 1 Tanjung Kamal Situbondo, SMP Negeri 2 Panji, SMA Negeri 2 Situbondo. Lulus dari SMA pada tahun 2013, penulis mengikuti Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN) dan diterima di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama kuliah penulis aktif mengikuti berbagai pelatihan, organisasi, dan seminar terutama yang berhubungan dengan teknologi kelautan. Kepanitiaan yang pernah diikuti oleh penulis diantaranya Panitia Ocean Games 2013/2014, Panitia IFC (ITS Futsal Championship) 2015/2016, dan Panitia OCEANO 5. Penulis juga mengikuti organisasi yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan 2014/2015 sebagai staff Sosial Masyarakat dan Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan 2015/2016 sebagai Staff Ahli Sosial Masyarakat. Pada Juli 2017 penulis menyelesaikan Tugas Akhir dengan permasalahan yang diangkat berkaitan dengan salah satu bidang di Departemen Teknik Kelautan, yaitu Rekayasa Pantai. Penulis sangat mengharapkan jika ada saran dan kritik atau sekedar berdiskusi, silahkan kirim via email ke hidayahiqbal@gmail.com.